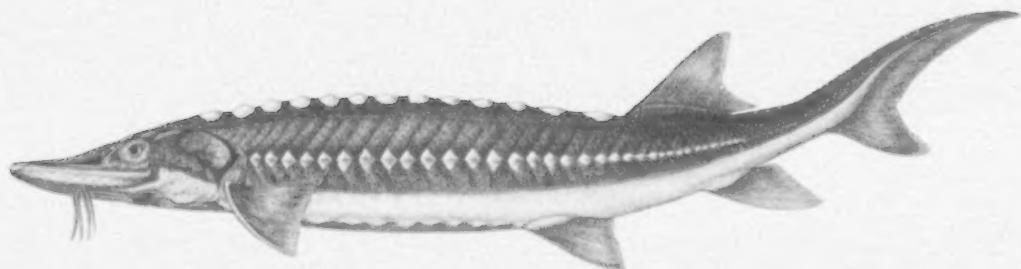


Mise à jour
Évaluation et Rapport
de situation du COSEPAC

sur

l'esturgeon blanc
Acipenser transmontanus

au Canada



ESPÈCE EN VOIE DE DISPARITION
2003

COSEPAC
COMITÉ SUR LA SITUATION DES
ESPÈCES EN PÉRIL
AU CANADA



COSEWIC
COMMITTEE ON THE STATUS OF
ENDANGERED WILDLIFE
IN CANADA

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

Nota : Toute personne souhaitant citer l'information contenue dans le rapport doit indiquer le rapport comme source (et citer l'auteur); toute personne souhaitant citer le statut attribué par le COSEPAC doit indiquer l'évaluation comme source (et citer le COSEPAC). Une note de production sera fournie si des renseignements supplémentaires sur l'évolution du rapport de situation sont requis.

COSEPAC. 2003. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). Ottawa. viii + 57 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm).

PTOLEMY, J., et R. VENNESLAND. 2003. Rapport de situation du COSEPAC sur l'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) au Canada – Mise à jour, in Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Pages 1-57.

Rapport précédent :

LANE, David E. 1990. COSEWIC status report on the white sturgeon *Acipenser transmontanus* in Canada. Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada. Ottawa. 29 p.

Note de production :

Le COSEPAC reconnaît le travail de rédaction de Juanita Ptolemy et Ross Vennesland pour le rapport de situation sur l'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) au Canada – Mise à jour. Le COSEPAC reconnaît également et apprécie le soutien financier apporté par le ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique. Le rapport a été édité par Robert Campbell, coprésident du Sous-comité de spécialistes des Poissons d'eau douce du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC
a/s Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Tél. : (819) 997-4991 / (819) 953-3215
Téléc. : (819) 994-3684
Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca
<http://www.cosepac.gc.ca>

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the White Sturgeon *Acipenser transmontanus* in Canada.

Illustration de la couverture :
Esturgeon blanc – dessin de Lucas Raptis, avec autorisation de Juanita Ptolemy.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2004
PDF : CW69-14/353-2004F-PDF
ISBN 0-662-75844-7

HTML : CW69-14/353-2004F-HTML
ISBN 0-662-75845-5



Papier recyclé



COSEPAC
Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – Novembre 2003

Nom commun
Esturgeon blanc

Nom scientifique
Acipenser transmontanus

Statut
Espèce en voie de disparition

Justification de la désignation
Espèce dont la durée de vie est longue, dont la durée de génération est de 30 à 40 ans et dont la maturité est tardive, qui a connu un déclin de plus de 50 p. 100 au cours des trois dernières générations. Trois des six populations sont en danger imminent de disparition du pays. Les populations restantes sont menacées par la dégradation et la perte de l'habitat attribuables aux barrages, aux retenues, à la canalisation, à la construction de digues et à la pollution. La pêche illégale (braconnage) et les prises accessoires sont aussi des facteurs limitants. En outre, l'industrie en évolution de l'aquaculture commerciale pourrait aussi poser des risques supplémentaires en matière de génétique, de santé et d'écologie pour les populations sauvages.

Répartition
Colombie-Britannique

Historique du statut
Espèce désignée « préoccupante » en avril 1990. Réexamen du statut : l'espèce a été reclassifiée dans la catégorie de risque plus élevé « en voie de disparition » en novembre 2003. Dernière évaluation fondée sur une mise à jour d'un rapport de situation.



Esturgeon blanc *Acipenser transmontanus*

Information sur l'espèce

L'esturgeon blanc, *Acipenser transmontanus*, qui peut atteindre 6 mètres de longueur, est le plus grand poisson d'eau douce du Canada. Le dos et les flancs sont recouverts de rangées de grandes plaques osseuses, les scutelles. Ces plaques, acérées chez le jeune poisson, s'émoussent graduellement à mesure que le poisson vieillit. Le squelette est cartilagineux plutôt qu'osseux. Ce poisson dépourvu de dents avance la bouche pour saisir et engloutir ses proies. Des œufs sortent des larves vésiculées, qui se transforment en petits ayant la même apparence que les adultes dans les 30 jours qui suivent.

On trouve parfois l'esturgeon vert, *Acipenser medirostris*, dans les mêmes cours d'eau. Ces deux espèces se ressemblent et peuvent être confondues. Cependant, l'esturgeon blanc a deux rangées de 4 à 8 scutelles ventrales entre les nageoires pelviennes et l' anale, alors que l'esturgeon vert n'en a qu'une, comptant de 1 à 4 plaques. On voit par ailleurs rarement ce dernier en eau douce, et on le capture souvent dans les pêches commerciales en eau salée. On l'aperçoit parfois dans les tronçons inférieurs des grands fleuves côtiers à la fin de l'été ou au début de l'automne.

Répartition

Trois grands bassins hydrographiques de la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord (les bassins du Fraser, du Columbia et du Sacramento) abritent des populations reproductrices d'esturgeon blanc. Au Canada, l'espèce ne se trouve qu'en Colombie-Britannique, dans le bassin du Fraser, depuis l'estuaire vers l'amont jusqu'après la rivière Morkill, au nord-ouest de McBride; dans le cours supérieur du Columbia, dans les lacs Arrow et Slocan de même que dans le chenal principal en aval du barrage Hugh L. Keenleyside; de même que dans la rivière Kootenay, depuis le lac Kootenay vers l'amont jusqu'à la frontière américaine. Des mentions signalant sa présence dans les rivières Skeena, Nass et Yukon se sont révélées être, après vérification, des esturgeons verts.

Habitat

Au cours du siècle dernier, l'habitat de l'esturgeon blanc en Colombie-Britannique a diminué en quantité comme en qualité. La dérivation et la régularisation des eaux ont vraisemblablement eu une très forte incidence sur les populations. Les barrages ont fortement modifié les régimes d'écoulement dans les systèmes du Columbia, de la Kootenay et de la Nechako, et pourraient avoir des répercussions très variées : changements dans la qualité, le débit et la température de l'eau, altération de l'habitat, et modification de la composition spécifique. Les eaux s'écoulent librement dans le chenal principal du Fraser, qui n'a pas été aussi profondément modifié, mais la quantité d'habitat convenable pour l'esturgeon dans le cours inférieur du fleuve a diminué depuis l'établissement des humains. Le dragage, l'extraction de gravier, la construction de digues et la chenalisation ont été pratique courante. La contamination pourrait par ailleurs jouer un rôle dans la dégradation de l'habitat, tant dans les zones fortement utilisées par les humains qu'en aval de ces zones.

Biologie

L'esturgeon blanc est une espèce à forte longévité. Certains individus capturés dans le Fraser avaient dépassé l'âge de 100 ans. L'âge à la maturité varie selon le lieu et le sexe, et peut osciller entre 14 ans, chez les mâles du cours inférieur du Fraser, et plus de 30 ans, chez les mâles des régions situées plus au nord. Bien que ce poisson survive en général à la fraye, de nombreuses années peuvent s'écouler avant qu'il se reproduise de nouveau.

Souvent sédentaire ou peu enclin à se déplacer, l'esturgeon blanc doit quand même, dans certaines régions, parcourir de longues distances entre les divers types d'habitat qui lui sont nécessaires pour compléter son cycle biologique. Ce poisson se nourrit de divers organismes allant des invertébrés benthiques, comme l'écrevisse, les crevettes et les bivalves, aux poissons, comme la lamproie, le saumon et l'éperlan.

Taille et tendances des populations

Les populations déclinent dans toute l'aire de répartition canadienne, notamment dans le cours inférieur du Fraser, de la Nechako, du Columbia et de la Kootenay. L'effectif du chenal principal du Fraser en amont de Hell's Gate pourrait être naturellement faible, mais il demeure stable.

Facteurs limitatifs et menaces

Du fait de sa croissance lente, de sa maturité tardive et de sa longévité, l'esturgeon blanc est particulièrement vulnérable à la surpêche. La pêche commerciale que l'on pratiquait avant 1920 a dévasté les stocks de la vallée du bas Fraser en Colombie-Britannique. Les activités humaines, notamment la construction

de barrages et la régularisation des débits, ont aussi une incidence sur les populations d'esturgeons, car elles modifient l'habitat.

Importance de l'espèce

L'esturgeon blanc a déjà été une espèce commerciale recherchée, et il est encore très valorisé pour des raisons d'ordre social et culturel, sur le plan récréatif comme sur le plan traditionnel. Certains peuples des Premières Nations récoltaient déjà l'espèce bien avant l'arrivée des Européens. Ce grand poisson vénérable a une valeur inestimable pour notre patrimoine naturel.

Protection actuelle ou autres désignations

La récolte commerciale et sportive est interdite depuis 1994 dans toute la Colombie-Britannique, et certaines Premières Nations ont volontairement freiné leurs pêches. Aux États-Unis, la récolte est interdite dans le bassin de la Kootenai (même population que dans la rivière et le lac Kootenay en Colombie-Britannique) et dans le cours supérieur du Columbia. La population de la Kootenai a été classée comme en voie de disparition (*endangered*) en vertu de la *Endangered Species Act* des États-Unis le 6 septembre 1994.

Le Plan de rétablissement de l'esturgeon blanc de la Kootenai, élaboré par le Fish and Wildlife Service des États-Unis en collaboration avec des organismes canadiens, est à la phase de mise en œuvre. Divers processus de planification du rétablissement de l'espèce sont en cours pour les populations de la Nechako et du cours supérieur du Columbia et du Fraser. Les efforts de rétablissement visant les populations transfrontalières du cours supérieur du Columbia et de la Kootenay sont étroitement coordonnés avec ceux des agences étatsunniennes. Le plan de rétablissement de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia est maintenant terminé, et celui visant l'esturgeon blanc de la Nechako devrait l'être en 2004. Quant aux travaux de planification du rétablissement de l'espèce dans le Fraser, ils en sont aux étapes préliminaires. Tous ces efforts de rétablissement ont mobilisé les gouvernements provinciaux et les administrations locales; les Premières Nations; des spécialistes de la biologie des esturgeons, de la pisciculture, du rétablissement des espèces en voie de disparition, des effets des barrages hydroélectriques et de la restauration des habitats; des intervenants du secteur public et de l'industrie; de même que des agences de réglementation et des organisations tribales étatsunniennes pour ce qui est des cours d'eau transfrontaliers. Pour compenser l'insuffisance du recrutement, un établissement piscicole expérimental à vocation de conservation a été aménagé à Fort Steele, en Colombie-Britannique, pour l'esturgeon de la Kootenay (Kootenai) et du Columbia.

Résumé du rapport de situation

Au Canada, on trouve l'esturgeon blanc en Colombie-Britannique, dans les bassins du Fraser, du Columbia et de la Kootenay. L'espèce a connu un déclin

démographique causé par la surpêche historique, de même que par la disparition et la dégradation de son habitat. D'après les données sur les caractéristiques génétiques, le cycle biologique et les déplacements, la province compte six populations : trois dans le chenal principal du Fraser (cours inférieur, moyen et supérieur) et une dans un de ses importants affluents (la rivière Nechozo); une dans le bassin du Columbia; et une dernière dans le bassin de la rivière Kootenay. La population du cours inférieur du Fraser ne s'est pas remise de la surpêche pratiquée au début du siècle dernier. Trois populations fréquentant des cours d'eau régularisés courent de graves dangers, car les jeunes n'arrivent jamais à atteindre le stade adulte. Presque tous les esturgeons des bassins de la Nechozo, du Columbia et de la Kootenay sont des adultes âgés; lorsque ces poissons meurent, ils ne sont pas remplacés par des jeunes. La longévité de l'espèce pourrait être la seule raison pour laquelle on la trouve encore dans certaines parties de l'aire de répartition historique. Des équipes de rétablissement ont été mises sur pied pour tenter de comprendre et d'éviter les échecs du recrutement. Le plan de rétablissement de la population de la rivière Kootenai (élaboré sous l'égide de la *Endangered Species Act*, aux États-Unis) en est à la phase de mise en œuvre. Celui de la population du cours supérieur du Columbia est terminé, et celui de la Nechozo devrait l'être en 2004. La planification du rétablissement de ces populations a mobilisé les gouvernements provinciaux et les administrations locales; les Premières Nations; des spécialistes de la biologie des esturgeons, de la pisciculture, du rétablissement des espèces en voie de disparition, des effets des barrages hydroélectriques et de la restauration des habitats; des intervenants du secteur public et de l'industrie; de même que des agences de réglementation et des organisations tribales américaines pour ce qui est du Columbia. Le plan de rétablissement des groupes du Fraser en est aux étapes préliminaires.



HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, à l'échelle nationale, des espèces, sous-espèces, variétés ou autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes et incluent les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est formé de membres de chacun des organismes provinciaux et territoriaux responsables des espèces sauvages, de quatre organismes fédéraux (Service canadien de la faune, Agence Parcs Canada, ministère des Pêches et des Océans et Partenariat fédéral en biosystématique, présidé par le Musée canadien de la nature) et de trois membres ne relevant pas de compétence, ainsi que des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité de connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit pour examiner les rapports de situation sur les espèces candidates.

DÉFINITIONS (depuis mai 2003)

Espèce	Toute espèce, sous-espèce, variété ou population indigène de faune ou de flore sauvage géographiquement ou génétiquement distincte.
Espèce disparue (D)	Toute espèce qui n'existe plus.
Espèce disparue du pays (DP)*	Toute espèce qui n'est plus présente au Canada à l'état sauvage, mais qui est présente ailleurs.
Espèce en voie de disparition (VD)**	Toute espèce exposée à une disparition ou à une extinction imminente.
Espèce menacée (M)	Toute espèce susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitatifs auxquels elle est exposée ne sont pas inversés.
Espèce préoccupante (P)***	Toute espèce qui est préoccupante à cause de caractéristiques qui la rendent particulièrement sensible aux activités humaines ou à certains phénomènes naturels.
Espèce non en péril (NEP)****	Toute espèce qui, après évaluation, est jugée non en péril.
Données insuffisantes (DI)*****	Toute espèce dont le statut ne peut être précisé à cause d'un manque de données scientifiques.

* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

** Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

*** Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

**** Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

***** Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999.



Environnement
Canada

Service canadien
de la faune

Environment
Canada

Canadian Wildlife
Service

Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

**Mise à jour
Rapport de situation du COSEPAC**

sur

**l'esturgeon blanc
*Acipenser transmontanus***

au Canada

Juanita Ptolemy¹
Ross Vennesland¹

2003

¹B.C. Ministry of Water, Land and Air protection
P.O. Box 9338 STN PROV GOVT
Victoria (C.-B.)
V8M 9M1

TABLE DES MATIÈRES

INFORMATION SUR L'ESPÈCE	4
Nom et classification	4
Description	4
Populations importantes à l'échelle nationale	5
<i>Définition proposée des populations</i>	5
Fleuve Fraser	5
Rivière Kootenay (appelée rivière Kootenai aux États-Unis)	10
RÉPARTITION	10
Répartition mondiale	10
Répartition canadienne	10
HABITAT	13
Besoins	13
Tendances de l'habitat	15
Protection et tenure	18
BIOLOGIE	18
Généralités	18
Reproduction	19
Survie	22
Effets de l'environnement sur la physiologie	23
Déplacements et dispersion	24
Alimentation et relations interspécifiques	25
Comportement et adaptabilité	26
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS	27
Généralités	27
Cours inférieur du Fraser (SP1)	30
Cours moyen du Fraser (SP2)	32
Cours supérieur du Fraser (SP3)	33
Rivière Nechako (SP4)	33
Cours supérieur du Columbia (SP5)	34
Rivière Kootenay (SP6)	35
FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES	36
IMPORTANCE DE L'ESPÈCE	38
PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS	39
RÉSUMÉ TECHNIQUE	42
RÉSUMÉ TECHNIQUE	45
OUVRAGES CITÉS	49
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT	56
EXPERTS CONSULTÉS	57

Liste des figures

Figure 1. Esturgeon blanc adulte, <i>Acipenser transmontanus</i> Richardson, de la rivière Nchako (dessin de Lucas Raptis).....	4
Figure 2. Grappes d'esturgeon blanc échantillonnées (14) et distribution des haplotypes de l'ADNmt dans les grappes canadiennes (Nelson et al., 1999.). Chaque grappe, représentée par une boîte, était séparée par une zone étendue où la densité des esturgeons était faible. Les tartes indiquent le nombre d'haplotypes différents. La taille relative de la tarte représente la taille de l'échantillon ($n = 5 - 30$). Cours inférieur du Fraser = 1 et 2; cours moyen du Fraser = 3, 4, 5 et 6; cours supérieur du Fraser = 9; rivière Nchako = 8; cours supérieur du Columbia = 11, 12 et 13; rivière Kootenay = 14. La grappe 7, qui affichait une faible densité, n'a pas été incluse dans l'analyse de la structure de la population à cause de la petite taille de l'échantillon. (Diagramme fourni par C. Smith).....	7
Figure 3. Barrages et statut des populations dans le bassin du Columbia (UCRRP, 2002).....	9
Figure 4. Répartition nord-américaine et mondiale de l'esturgeon blanc (<i>Acipenser transmontanus</i>) en eau douce.....	11
Figure 5. Répartition de l'esturgeon blanc (<i>Acipenser transmontanus</i>) en eau douce au Canada.....	12
Figure 6. Comparaison de la structure d'âge dans les relevés réalisés dans le chenal principal du Fraser et dans la Nchako (RL&L, 2000). Un changement semblable dans l'âge est survenu dans les groupes du cours supérieur du Columbia et de la Kootenay.....	20
Figure 7. Statistiques sur les prises commerciales historiques d'esturgeons blancs dans le Fraser, de 1880 à 1993 (figure tirée d'Echols, 1995).....	30

Liste des tableaux

Tableau 1. Zone d'occupation et zone d'occurrence de l'esturgeon blanc au Canada.....	12
Tableau 2. Effectif estimatif des populations, densité des individus et nombre d'individus adultes.....	29

INFORMATION SUR L'ESPÈCE

Nom et classification

L'esturgeon blanc, *Acipenser transmontanus* Richardson, appartient à l'ordre des Acipensériformes, qui englobe les esturgeons et les spatulaires. En anglais, il porte, en plus de son nom courant de *white sturgeon*, les noms de *Pacific sturgeon*, *Columbia sturgeon*, *Oregon sturgeon* et *Sacramento sturgeon*.

Description

L'esturgeon blanc (figure 1), qui peut atteindre 6 mètres de longueur, est le plus grand poisson d'eau douce du Canada (Scott et Crossman, 1974). Les populations du cours supérieur des cours d'eau sont en général plus petites. Le dos et les flancs de ce poisson sont recouverts de rangées de grandes plaques osseuses, les scutelles. Ces plaques, acérées chez le jeune poisson, s'émoussent graduellement à mesure que le poisson vieillit. Le squelette est cartilagineux, sauf pour quelques formations osseuses de la région pelvienne, du crâne et de la mâchoire. Ce poisson dépourvu de dents avance la bouche pour saisir et engloutir ses proies.

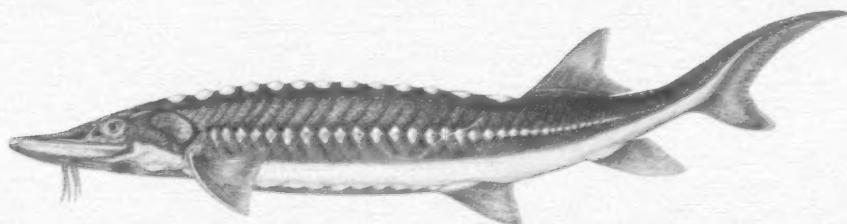


Figure 1. Esturgeon blanc adulte, *Acipenser transmontanus* Richardson, de la rivière Nechako (dessin de Lucas Raptis).

Les œufs fécondés sont bruns et collants; il en sort des larves vésiculées qui n'ont ni le museau allongé et les scutelles, ni le ventre aplati qui caractérisent leurs congénères à partir du stade d'alevin. Moins d'un mois après l'éclosion, ces larves se métamorphosent et prennent l'apparence de petits adultes.

On trouve sur la côte du Pacifique une autre espèce d'*Acipenser*, l'esturgeon vert, *Acipenser medirostris*. Les deux espèces se ressemblent et peuvent être confondues. Le dos de l'esturgeon blanc est gris à noir, parfois légèrement teinté de vert olive. Le corps de l'esturgeon vert est franchement vert à olive, mais sa couleur s'estompe parfois après un séjour en eau douce (Slack et Stace-Smith, 1996). Il y a plusieurs façons de distinguer les deux espèces (McPhail et Carveth, 1993; Lane, 1991; Scott et Crossman, 1974). L'une d'entre elles, qui est recommandée (Foley, 1995), se fonde sur le nombre de scutelles postérieures au cloaque; en effet, l'esturgeon vert n'a qu'une rangée de 1 à 4 plaques entre les nageoires pelviennes et

l'anale, tandis que l'esturgeon blanc en a deux, de 4 à 8 plaques. En Colombie-Britannique, on observe rarement l'esturgeon vert en eau douce; on le trouve par contre souvent parmi les prises accessoires des pêches commerciales en eau salée. À l'occasion, on le rencontre dans les portions inférieures des grands fleuves côtiers de la province à la fin de l'été ou au début de l'automne.

Populations importantes à l'échelle nationale

Définition proposée des populations

- SP1 : Cours inférieur du Fraser – en aval de Hell's Gate (km 0 au km 211)
- SP2 : Cours moyen du Fraser – de Hell's Gate à Prince George (km 211 au km 790)
- SP3 : Cours supérieur du Fraser – en amont de Prince George (km 790 au km ~1100)
- SP4 : Rivière Nechako (affluent du Fraser qui se jette dans le chenal principal à Prince George)
- SP5 : Cours supérieur du Columbia
- SP6 : Rivière Kootenay

Fleuve Fraser

On propose de définir quatre populations d'esturgeons blancs dans le bassin du Fraser (SP1-4). Cette division en quatre unités distinctes est étayée par des données géographiques et comportementales, des données sur le cycle biologique, des différences phénotypiques (RL&L, 2000), de même que par des études sur la fraye (Perrin *et al.*, 1999, 2000 et 2003) et des analyses de l'ADN mitochondrial (ADNmt) (Nelson *et al.*, 1999; Pollard, 2000; Smith, 2002).

La population du cours inférieur du Fraser (SP1) est probablement le seul groupe anadrome facultatif dans les eaux canadiennes; les autres restent dans les eaux intérieures. D'après certaines données, notamment les concentrations de strontium relevées dans les rayons de la nageoire pectorale (Vienott *et al.*, 1999), des individus de cette population migreraient vers la mer ou grossiraient dans l'estuaire. Les autres populations du Fraser (RL&L, 2000, et Smith, 2002) se trouvent dans le chenal principal, entre Hell's Gate et le confluent de la rivière Nechako à Prince George (SP2), en amont de Prince George (SP3), ainsi que dans le bassin de la Nechako (SP4).

Les différences observées dans les assemblages de poissons du Fraser en amont et en aval du canyon du Fraser peuvent être reliées à l'emplacement des refuges glaciaires et des voies des invasions postglaciaires qui ont suivi (McPhail et Carveth, 1992). La persistance de ces différents assemblages révèle que le canyon peut faire obstacle aux déplacements des poissons vers l'aval comme vers l'amont. La faune du bassin du Fraser au-dessus du canyon semble provenir du cours supérieur du Columbia et d'autres refuges de l'intérieur, tandis que celle du cours inférieur du Fraser vient surtout du cours inférieur du Columbia.

Les populations d'esturgeons blancs du Fraser ne sont pas complètement isolées sur le plan géographique, mais il n'en existe pas moins dans le fleuve d'importants obstacles à la migration, comme les rapides de Hell's Gate et d'autres tronçons à débit rapide, qui pourraient limiter les échanges entre elles (RL&L, 2000). Un des facteurs qui entrent en jeu pourrait tenir au fait que les passes migratoires de Hell's Gate ont été conçues en fonction de la taille et de la capacité de nage des saumons du Pacifique (Saxvik, 2001), et non de celles de l'esturgeon. Il pourrait aussi y avoir des obstacles comportementaux, car les études de marquage/recapture et de radiotélémétrie ont montré que les échanges entre populations sont rares (RL&L, 2000). Les longs segments d'habitat médiocre (comme les radiers dépourvus de fosses profondes et de chenaux) peuvent nuire aux échanges entre les populations. Le groupe du cours moyen du Fraser et celui du cours supérieur sont séparés par un segment de plus de 70 km de cours d'eau large et peu profond (Yarmish et Toth, 2002). On trouve un segment d'habitat semblable sur 60 km du cours inférieur de la rivière Nechako, où l'on n'a observé des esturgeons qu'à l'occasion. Les données démographiques montrent que les populations d'esturgeons du Fraser ont des taux de croissance distincts, ce qui voudrait dire que ces poissons ont grandi dans des milieux différents (RL&L, 2000; Lane, 1991). Les conditions qui règnent dans le cours supérieur du Fraser sont indéniablement différentes de celles qu'on observe dans le cours inférieur, et l'espèce adopte vraisemblablement des comportements d'adaptation différents. On a d'ailleurs relevé une variation phénotypique de la longueur du museau entre les groupes du cours inférieur et ceux du cours supérieur (RL&L, 2000) : en aval de Hell's Gate, pour une longueur à la fourche donnée, les esturgeons blancs avaient le museau beaucoup plus court que ceux du cours moyen du Fraser et de la rivière Nechako (analyse de covariance : $p < 0,01$).

Perrin et al. (1999, 2000, 2003) signalent que, dans le cours inférieur du Fraser, les embryons et les larves ne sont pas entraînés dans les eaux de surface, mais demeurent près du refuge fourni par l'interface eau-substrat. On a ainsi trouvé des larves de 1 à 8 jours après éclosion à une distance de 3 à 5 km en aval de l'entrée des chenaux secondaires où avait eu lieu la fraye; on n'a par contre trouvé ni œufs ni larves dans les échantillons prélevés en amont de ces chenaux ou plus loin en aval. Sur le site d'étude dans le chenal principal, près du confluent de la Coquihalla, on n'a récolté ni œufs ni larves au-delà de 2 km en aval du confluent, et la plupart l'ont été sur un tronçon de moins de 0,5 km. On n'a pas non plus récolté d'œufs ni de larves dans le tronçon de 23 km du chenal principal échantillonné, en amont de la Coquihalla. Cette étude incite donc à penser que, dans des conditions d'écoulement naturel, lorsque les vitesses d'écoulement correspondent à des sites d'établissement convenables, les œufs fécondés et les larves pourraient ne pas dériver assez loin en aval pour se mêler aux autres populations.

Des analyses génétiques ont montré que les esturgeons blancs du cours inférieur du Fraser, en aval de Hell's Gate, se distinguent de ceux du reste du fleuve; certaines données indiquent par contre que le groupe est composé d'un mélange non encore défini de populations (Nelson et al., 1999; Pollard, 2000; RL&L, 2000,

Smith *et al.*, 2002). Smith *et al.* (2002) ont étudié l'ADNmt (figure 2) afin de déceler les obstacles aux flux géniques dans le Fraser entre les groupes définis en fonction de données sur les déplacements de poissons étiquetés, des éventuels obstacles à la migration et des grappes dans la répartition (RL&L, 2000). C'est la division des poissons du Fraser en quatre groupes qui expliquait le mieux les variations de l'ADNmt, avec une répartition de 19,9 p. 100 ($P < 0,001$) entre les groupes et de 1,8 p. 100 ($P=0,161$) entre les sites au sein des groupes (Smith *et al.*, 2002). Par certains aspects, ces données montrent que les esturgeons blancs du cours inférieur du Fraser ressemblent à ceux du Columbia, mais sans permettre de déterminer si cela est dû à une migration ou à un temps de coalescence relativement court.

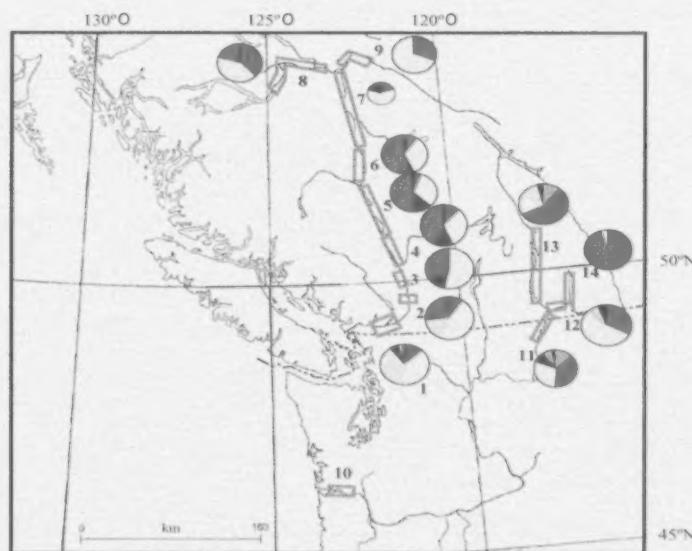


Figure 2. Grappes d'esturgeon blanc échantillonnées (14) et distribution des haplotypes de l'ADNmt dans les grappes canadiennes (Nelson *et al.*, 1999.). Chaque grappe, représentée par une boîte, était séparée par une zone étendue où la densité des esturgeons était faible. Les tarte indiquent le nombre d'haplotypes différents. La taille relative de la tarte représente la taille de l'échantillon ($n = 5 - 30$). Cours inférieur du Fraser = 1 et 2; cours moyen du Fraser = 3, 4, 5 et 6; cours supérieur du Fraser = 9; rivière Nechako = 8; cours supérieur du Columbia = 11, 12 et 13; rivière Kootenay = 14. La grappe 7, qui affichait une faible densité, n'a pas été incluse dans l'analyse de la structure de la population à cause de la petite taille de l'échantillon. (Diagramme fourni par C. Smith)

Cours supérieur du Columbia

Le cours supérieur du Columbia est défini comme le chenal principal et les réservoirs situés en amont du barrage Grand Coulee, dans l'État de Washington, de même que la rivière Kootenay en aval des chutes Bonnington et le cours inférieur de la rivière Pend d'Oreille, en aval du barrage Waneta (figure 3). On propose de désigner le groupe transfrontalier qui habite cette région comme la population SP5.

La population du cours supérieur du Columbia, géographiquement distincte, est isolée des populations du Fraser par une série de barrages aménagés dans le

chenal principal du Columbia (figure 3). En Colombie-Britannique, des études de radiotélémétrie et de marquage ont montré que les esturgeons blancs en aval du barrage Hugh L. Keenleyside (HLK) sont généralement sédentaires ou ne se déplacent que localement (RL&L, 1995). On a cependant détecté des déplacements limités dans le tronçon transfrontalier (entre le barrage HLK au Canada et le lac Roosevelt aux États-Unis). Aux États-Unis, les populations du cours supérieur du Columbia sont complètement isolées de celles du cours inférieur du fleuve depuis 1941, à la suite de la construction du barrage Grand Coulee et de la formation du lac Roosevelt. On pense que les chutes Kettle (en amont du barrage Grand Coulee dans l'État de Washington) constituaient un obstacle saisonnier à la migration de l'espèce avant d'être submergées par le lac Roosevelt. La construction des barrages HLK, Mica et Revelstoke dans le chenal principal du Columbia, du barrage Brilliant dans le cours inférieur de la Kootenay, et du barrage Waneta dans le cours inférieur de la rivière Pend d'Oreille (tous en Colombie-Britannique) a fragmenté encore plus la population et modifié le régime d'écoulement naturel. Aucun esturgeon n'a été observé récemment en amont du barrage Revelstoke, et il ne reste que des populations reliques dans les lacs Arrow (en amont du barrage HLK) et le lac Slocan (qui se déverse dans le cours inférieur de la Kootenay, en aval des chutes Bonnington). Le groupe connu le plus important de cette population fréquente la zone située entre le barrage HLK et la frontière canado-étatsunienne. Il reste, ou resterait, des groupes reliques ou des individus isolés dans tout le reste du bassin hydrographique.

Les données génétiques corroborent l'existence d'une population d'esturgeons blancs propre à cette région. Les analyses de Nelson *et al.* (1999) révèlent en effet que les poissons de cette portion du Columbia constituent une unité biologique significative distincte de la population de la Kootenay. Les analyses F_{ST} par paire réalisées à partir des données composites sur les haplotypes ont donné une valeur de 0,3176 entre le cours supérieur du Columbia et le lac Kootenay, ce qui évoque une différence significative dans la fréquence des haplotypes entre les deux groupes (Nelson *et al.*, 1999).

Les études de l'ADN mitochondrial effectuées par Nelson *et al.* (1999) et par Smith (2002) ont mis en évidence une sous-structuration possible dans le cours supérieur du Columbia. Des échantillons prélevés dans le réservoir Arrow, dans la Kootenay en aval du barrage Brilliant, et dans le Columbia en aval du barrage HLK révèlent que ces groupes pourraient avoir formé des groupes reproducteurs distincts avant l'aménagement des barrages. Des analyses chi-carré des données sur le polymorphisme de restriction ont montré que les différences n'étaient pas significatives à $\alpha = 0,05$; la taille des échantillons était toutefois petite. Les résultats des analyses des données sur les microsatellites étaient plus près de l'équilibre de Hardy-Weinberg lorsqu'on analysait les trois sites séparément plutôt qu'ensemble, ce qui évoque la possibilité d'une certaine sous-structuration. Il s'agit là d'analyses préliminaires, et les auteurs soulignent qu'il faudra travailler sur des échantillons de plus grande taille pour clarifier la situation.

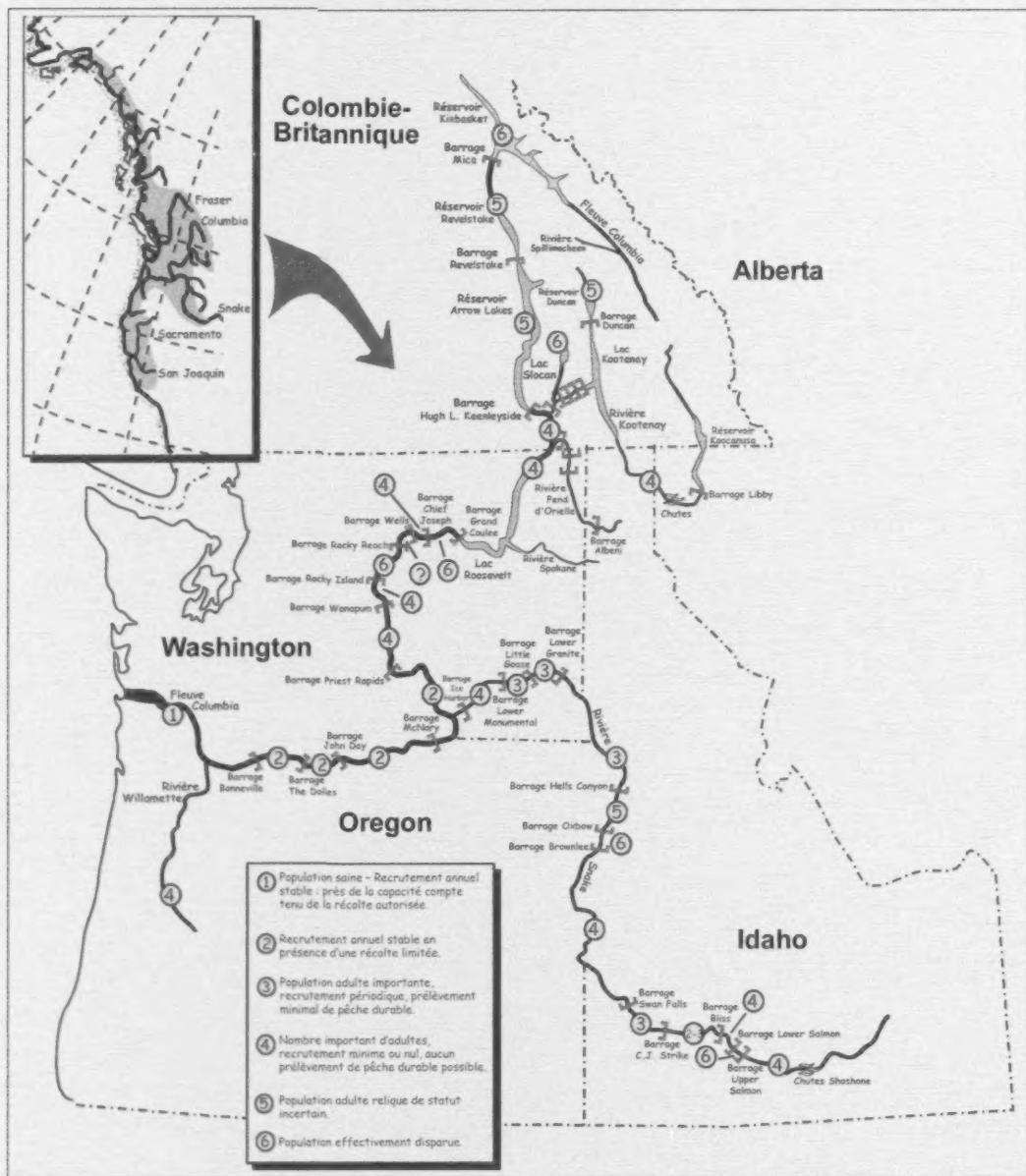


Figure 3. Barrages et statut des populations dans le bassin du Columbia (UCRRP, 2002).

Aucune évaluation de la situation de cette population ou des esturgeons blancs du Columbia en général n'a été faite en vertu de la *Endangered Species Act* des États-Unis. Le National Marine Fisheries Service a bien reçu une pétition demandant la désignation de l'esturgeon blanc du Columbia comme une espèce en péril en 1992, mais aucune évaluation de la situation n'a été amorcée à l'époque parce que la pétition ne contenait pas assez d'informations pour justifier une telle démarche.

Rivière Kootenay (appelée rivière Kootenai aux États-Unis)

La population de la rivière Kootenay (SP6) est un autre groupe transfrontalier qui se déplace librement depuis les chutes Kootenai, au Montana, jusqu'au bras ouest du lac Kootenay, en aval, en Colombie-Britannique. Les analyses génétiques effectuées par Nelson *et al.* (1999) ont conclu à la présence de différences statistiquement significatives entre la population de la Kootenay et celles du Columbia et du Fraser (les valeurs de F_{ST} oscillaient entre 0,50 et 0,75 dans les analyses par paire des données sur les haplotypes de l'ADNmt). La population de la rivière Kootenay est isolée et a vraisemblablement été séparée du reste du bassin du Columbia lors de la dernière ère glaciaire par un obstacle naturel aux chutes Bonnington, en aval du lac Kootenay (Northcote, 1973). Cette population est considérée comme un « segment de population distinct » (*distinct population segment*) en vertu de la *Endangered Species Act* des États-Unis.

RÉPARTITION

Répartition mondiale

On trouve des populations reproductrices d'esturgeon blanc dans trois grands bassins hydrographiques de la côte du Pacifique de l'Amérique du Nord (soit ceux du Fraser, du Columbia et du Sacramento; figure 4). On sait par ailleurs que l'esturgeon blanc est anadrome et on en a observé des individus dans d'autres localités littorales; on pense cependant qu'il s'agit d'individus de passage et non de résidents (E.D. Lane, Malaspina College, comm. pers.).

Répartition canadienne

L'esturgeon blanc se rencontre dans le bassin du Fraser, depuis l'estuaire jusqu'au-delà de la rivière Morkill en amont, au nord-ouest de McBride (Yarmish et Toth, 2002; figure 5). On le trouve dans les grands affluents (notamment les rivières Harrison, Nechako et Stuart, dans les tronçons inférieurs des rivières Bowron, McGregor et Torpy), de même que dans les grands lacs (comme les lacs Fraser, Takla, Trembleur, Stuart, Williams et Harrison). Dans le bassin du Columbia, l'espèce est présente dans le chenal principal, dans la rivière Kootenay et dans le cours inférieur de la rivière Pend d'Oreille, de même que dans les grands réservoirs (dont les réservoirs Kootenay, Arrow et Duncan). Malgré quelques mentions anecdotiques d'esturgeons blancs dans le lac Okanagan, la présence de l'espèce dans ce bassin n'a jamais été confirmée (S. Matthews, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, comm. pers.). L'esturgeon blanc a été identifié dans plusieurs cours d'eau de l'île de Vancouver, mais il n'y réside pas. Après vérification, des esturgeons observés dans les rivières Skeena et Nass et dans le fleuve Yukon se sont révélés être des esturgeons verts (Lane, 1991).

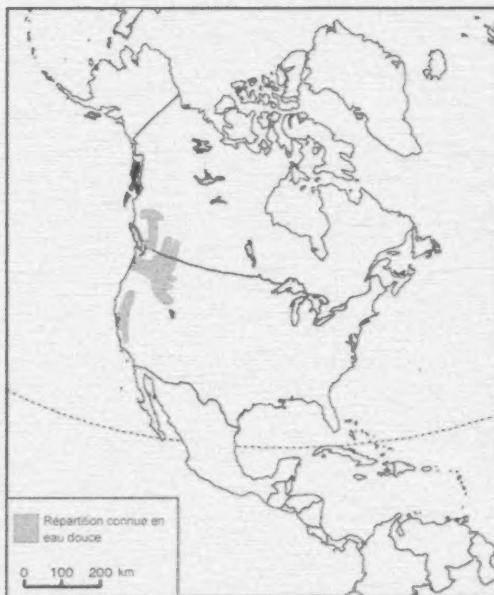


Figure 4. Répartition nord-américaine et mondiale de l'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) en eau douce.

Dans le bassin du Fraser, l'aire de répartition de l'espèce couvre environ 1 100 km de l'habitat du chenal principal, 400 km des rivières Nechako et Stuart, en plus des zones de confluence des principaux affluents (RL&L, 2000). La zone d'occurrence des populations dans le bassin correspond sans doute de près à leur répartition historique (tableau 1). Une étude entreprise par l'intermédiaire du conseil tribal Carrier-Sekani a tenté de confirmer la limite supérieure de la répartition de l'esturgeon blanc dans la rivière Nechako, mais n'a pu tirer de conclusions à cause d'incohérences dans les informations (D. Cadden, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, comm. pers.).

Les populations du Columbia et de la Kootenay sont isolées et fragmentées au-dessus et entre les barrages (Cannings et Ptolemy, 1998; figure 3). Dans le Columbia, on rencontre des esturgeons blancs depuis l'extrémité supérieure du réservoir Arrow jusqu'au barrage Grand Coulee aux États-Unis, soit sur une distance de quelque 500 km coupée environ à mi-parcours par le barrage HLK. Le barrage Revelstoke, dont la construction s'est terminée en 1984, a éliminé un tronçon de 130 km d'écoulement libre en amont, entre le réservoir des lacs Arrow et le barrage Mica. Un canyon dans ce tronçon pourrait avoir abrité une aire de fraye avant d'être inondé (Hildebrand et al., 1999). Le barrage Mica pourrait avoir aliéné plus de 250 km de milieu fluvial; des mentions anecdotiques indiquent en effet que des individus isolés pourraient encore fréquenter le réservoir Kinbasket et le chenal principal d'amont du Columbia, jusqu'à Spillimacheen. D'après des renseignements obtenus auprès d'Anciens des Premières Nations, les esturgeons pourraient à l'occasion avoir suivi les saumons vers l'amont à la recherche de nourriture, mais ils ne résidaient pas dans ce tronçon du fleuve (Failing et Gregory, 2003). La construction du barrage Waneta a également bloqué l'accès à la rivière Pend d'Oreille (UCRRP, 2002).

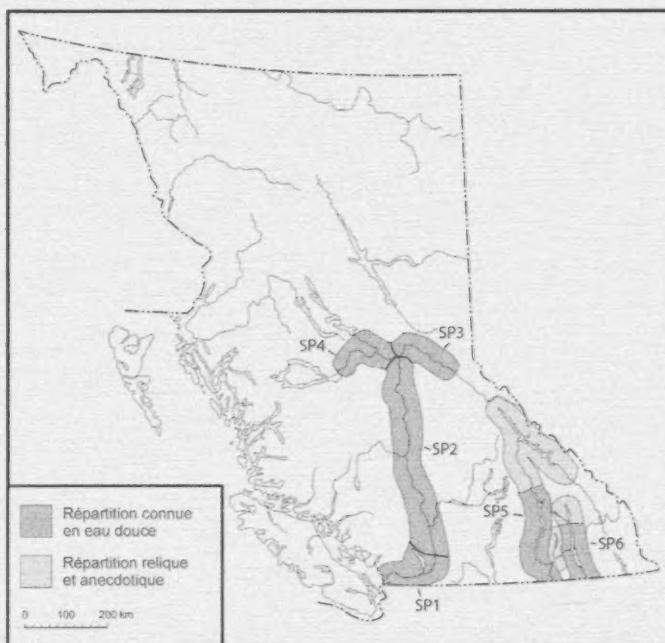


Figure 5. Répartition de l'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) en eau douce au Canada.

Tableau 1. Zone d'occupation et zone d'occurrence de l'esturgeon blanc au Canada.

Population d'esturgeons	Région	Aire de répartition actuelle estimative		Aire de répartition historique estimative	
		Zone d'occupation (km ²)	Zone d'occurrence (km ²)	Zone d'occupation (km ²)	Zone d'occurrence (km ²)
SP1	Cours inférieur du Fraser	500	2 360	> 500	2 360
SP2	Cours moyen du Fraser	980	9 700	980	9 700
SP3 ¹	Cours supérieur du Fraser	70	2 970	70	2 970
SP4 ²	Rivière Nechako	470	10 720	> 470	10 720
SP5 ³	Cours supérieur du Columbia	440	12 190	< 950	17 380
SP6 ^{3,4}	Rivière Kootenay	480	6 780	< 550	7 930
Total	Colombie-Britannique	2 870	44 720	< 3 450	51 060

Estimations des superficies fournies par S. Cheesman (ministère de la Gestion durable des ressources de la Colombie-Britannique, Aquatic Information Branch, Victoria [C.-B.]) et établie à l'aide du BC Watershed Atlas (un produit numérique basé sur les cartes au 1:50 000 des avis à la navigation) et d'ArcView.

¹Les estimations pour SP3 sont des estimations préliminaires étant donné que les études sur la répartition et l'habitat ne sont pas terminées.

²Les estimations pour SP4 ne tiennent pas compte de la possibilité d'une réduction de l'habitat en aval à cause de l'altération des conditions.

³Les estimations de la zone d'occupation historique pour SP5 et SP6 sont élevées parce qu'elles sont basées sur les conditions existantes de retenue des eaux.

⁴Les estimations de l'aire de répartition historique pour SP6 ne comprennent pas la région située en Colombie-Britannique, entre Canal Flats et la frontière internationale (le tronçon au-dessus des chutes Kootenai, au Montana), étant donné que les données historiques anecdotiques n'ont pas été vérifiées. Lorsqu'on inclut cette région, la zone d'occupation passe à 640 km² et la zone d'occurrence à 18 358 km².

La population de la rivière Kootenay (rivière Kootenai aux États-Unis) migre librement entre le lac Kootenay, en Colombie-Britannique, et les chutes Kootenai, au Montana. D'après des données anecdotiques historiques, l'esturgeon blanc aurait été présent au-dessus des chutes, au Montana comme en Colombie-Britannique (Duke *et al.*, 1999). Cette information n'a pas été confirmée, mais si elle s'avérait, l'espèce pourrait avoir occupé une aire s'étendant jusqu'à Canal Flats en Colombie-Britannique, soit en gros 120 km en amont de la limite supérieure actuelle de sa répartition. Ces données ne sont pas incluses dans les estimations courantes de l'aire de répartition historique (tableau 1), car elles n'ont pas été vérifiées. Des individus isolés ont été observés dans le lac Slocan et le réservoir Duncan, ce qui donne à penser que ces localités ont été occupées, du moins de façon saisonnière, avant la construction des barrages Brilliant et Duncan; il s'agit d'une perte d'habitat de 130 km.

HABITAT

Besoins

L'esturgeon blanc n'est pas également réparti dans l'ensemble de son aire, mais tend plutôt à se rassembler dans les habitats qui lui conviennent. L'utilisation de l'habitat varie selon le stade du cycle biologique et la saison; comme il peut y avoir des migrations vers les aires de fraye et d'alimentation, l'habitat essentiel est difficile à définir. Dans les cours d'eau régularisés, toutes les zones profondes restantes où la vitesse d'écoulement est faible, mais situées près de zones d'écoulement plus rapide (y compris les zones de confluence des grands affluents) sont vraisemblablement très importantes. Dans ces systèmes, il faudra sans doute restaurer l'habitat de fraye et de grossissement pour permettre au recrutement naturel d'avoir lieu.

Habitat de fraye

Il est difficile d'étudier l'habitat de fraye de l'esturgeon blanc à cause de l'époque de l'année et de l'endroit où a lieu la fraye (durant des épisodes de crue dans les grands cours d'eau). Selon une récente étude de Perrin *et al.* (2003), cet habitat pourrait varier selon qu'il s'agit de systèmes naturels et de systèmes régularisés. Dans le tronçon méandrique du cours inférieur du Fraser, Perrin *et al.* (2003) ont observé que la fraye n'avait lieu que dans les chenaux secondaires à substrat de gravier, de cailloux et de sable. Dans le chenal principal du site à l'étude, situé dans une zone confinée du chenal, les blocs rocheux et les cailloux prédominaient. Dans les sites de fraye apparents, l'écoulement était surtout laminaire, avec des vitesses moyennes de 1,7 m/s près du fond. Le cours inférieur du Fraser est très turbide. En 1999, la turbidité moyenne pendant la période de fraye était de $42,2 \pm 2,9$ unités de turbidité néphélométrique (NTU), avec un pic de 92 NTU; la concentration des matières en suspension s'élevait en moyenne à $102,2 \pm 7,4$ mg/L (pic de 222 mg/L).

La plupart des œufs et des larves ont été récoltés à des profondeurs variant entre 3,0 et 4,5 m, et à des vitesses d'écoulement près du fond supérieures à 1,5 m/s pour les œufs, et de 0,5 à 1,5 m/s pour les larves. Ces données indiquent que l'esturgeon, en milieu naturel, utilise une plus grande variété de milieux pour frayer que ce qu'on observe dans les systèmes régularisés (Perrin *et al.*, 2003). Dans ces systèmes, les esturgeons se rassemblent dans des eaux turbulentes s'écoulant rapidement sur un substrat propre de grosses pierres (Hildebrand *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001; UCRRP, 2002). Dans le Columbia, en aval du barrage McNary, l'habitat de fraye a été décrit comme ayant une vitesse moyenne de la colonne d'eau de 0,8 à 2,8 m/s sur des substrats de cailloux, de blocs rocheux et de roche mère (Parsley *et al.*, 1993). Dans la rivière Kootenai, les esturgeons se sont reproduits dans un secteur caractérisé par de grandes dunes de sable mobile; les œufs qu'on y a récoltés étaient recouverts de sable (Duke *et al.*, 1999). Selon l'équipe de rétablissement, le choix de ce lieu de fraye, probablement causé par des changements dans la vitesse d'écoulement des eaux par suite de la régularisation du débit, nuit à la survie des œufs. Dans la majorité des sites étudiés, les vitesses moyennes de la colonne d'eau varient normalement entre 0,5 et 2,5 m/s; on a toutefois observé des vitesses inférieures à la moyenne (0,2 à 1,0 m/s) dans la rivière Kootenay, où la fraye a échoué (UCRRP, 2002). Dans le cours supérieur du Columbia, la vitesse idéale pour la fraye est de 1,7 m/s ou plus, à des profondeurs d'eau de 4 m ou plus (UCRRP, 2002). En se fondant sur des données limitées, on peut affirmer que l'intensité de la fraye atteint un sommet lorsque les débits sont élevés et stables (UCRRP, 2002). La survie jusqu'à l'éclosion devrait également être supérieure dans de telles conditions, car les vitesses d'écoulement élevées dans les aires de ponte peuvent éloigner certains prédateurs et assurer une forte turbidité. Une turbidité élevée peut en effet diminuer la vulnérabilité face aux prédateurs chassant à vue, ce qui augmente le taux de survie des juvéniles (Gadomski *et al.*, 2001).

Habitat des juvéniles

Lane et Rosenau (1995) ont décrit l'habitat des juvéniles (< 1 m de longueur) dans le cours inférieur du Fraser. Les poissons y occupent les tronçons inférieurs des affluents, les marécages et les chenaux secondaires. Selon ces auteurs, les facteurs suivants sont importants pour la qualité de cet habitat : profondeur supérieure à 5 m, faible vitesse d'écoulement et courants de direction variable, forte turbidité et présence d'eaux relativement chaudes. Ils ont également observé de nets déplacements depuis les marécages et les chenaux secondaires jusqu'à des secteurs du chenal principal à mesure que l'été avance. Les données recueillies dans le cours moyen du Fraser (entre Boston Bar et le canyon French Bar) révèlent que les grands juvéniles (≤ 100 cm) occupent les mêmes emplacements que les adultes (RL&L, 2000). Dans le chenal principal du Fraser au-dessus de Prince George (SP3), les jeunes esturgeons se rencontrent surtout dans les tronçons inférieurs des grands affluents et près des zones de confluence (RL&L, 2000), de même que dans les secteurs situés entre les confluents des rivières Willow et Bowron et du Fraser (Yarmish et Toth, 2002). On ne possède aucune donnée pour le cours supérieur du Columbia, mais dans le cours inférieur du fleuve (en aval du

barrage McNary), on a signalé la présence de juvéniles âgés à des profondeurs de 2 à 58 m, à des vitesses moyennes de 0,1-1,2 m/s et 0,1-0,8 m/s dans la colonne d'eau et près du substrat; on a récolté des jeunes de l'année à des profondeurs de 9 à 57 m, à des vitesses moyennes de 0,2-0,6 m/s et 0,1-0,6 m/s dans la colonne et près du substrat (Parsley *et al.*, 1993). Le type de substrat des lieux de récolte allait des particules fines aux blocs rocheux et à l'argile dure, mais était constitué surtout de sable (substrat le plus courant dans les tronçons inférieurs). Les Anciens de la nation Ktunaxa ont observé autrefois des juvéniles atteignant jusqu'à 30 cm dans les milieux humides inondés une partie de l'année, de même que lors des périodes d'étalement de courant dans le ruisseau Indian, près de son confluent avec les rivières Goat et Kootenay (Failing et Gregory, 2003).

Habitat des adultes

Bien qu'ils fréquentent brièvement des zones moins profondes pour se nourrir au printemps et en été, les esturgeons adultes du Fraser se trouvent en général dans les zones profondes proches des berges, à proximité de zones à fort débit, définies par des dépôts de sable et de gravier fin avec des caractéristiques de contre-courant et d'écoulement turbulent (RL&L, 1994 et 2000). Les zones fortement exploitées du cours supérieur du Columbia sont toutes des zones de sédimentation où les aliments se déposent au fond; ces zones abritent également de fortes densités d'espèces de poissons susceptibles de constituer une autre source d'alimentation pour l'esturgeon (UCRRP, 2002). En hiver, l'esturgeon blanc du Columbia se tient en général dans les secteurs profonds (> 20 m) et calmes (Apperson et Anders, 1991; RL&L, 1994 et 2000; Hildebrand *et al.*, 1999; UCRRP, 2002), ce qui pourrait être particulièrement important pour les femelles, qui peuvent ainsi conserver leur énergie avant la fraye (Hildebrand *et al.*, 1999). Dans les régions septentrionales moins productives où le débit est moindre (comme le cours supérieur du Fraser), l'habitat requis pourrait être fort dispersé et comprendre les affluents, ce qui nécessite des déplacements plus longs que dans les grands bassins situés plus au sud (Yarmish et Toth, 2002).

Tendances de l'habitat

La majeure partie de l'habitat de l'esturgeon blanc en Colombie-Britannique a diminué en qualité comme en quantité au cours du siècle dernier, bien qu'on ne possède aucune mesure quantitative sur le sujet. Ce sont vraisemblablement la régularisation et la dérivation des cours d'eau qui ont la plus forte incidence sur l'habitat. Les régimes hydrographiques naturels du Columbia, de la Kootenay et de la Nechako ont été modifiés en profondeur (Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 2000; Anders *et al.*, 2001; Korman et Walters, 2001; UCRRP, 2002). Malgré l'énorme impact qu'ont clairement eu les changements de débits, on ne s'entend guère sur les mécanismes exacts qui limitent les populations d'esturgeons (Hildebrand *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001; Korman et Walters, 2001).

Les effets présumés des barrages et de la régularisation des cours d'eau sont très variés (Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 2000; Anders *et al.*, 2001; Korman et Walters, 2001; UCRRP, 2002). Il s'agit notamment d'effets sur l'habitat et d'effets biologiques, comme les changements dans la morphologie des chenaux et la composition du substrat, dans la qualité et la quantité de l'eau, dans les relations prédateurs-proies, et dans les obstacles à la migration.

Dans tous les bassins hydrographiques, d'autres facteurs anthropiques que les barrages ont aussi entraîné une perte et une dégradation de l'habitat (Lane et Rosenau, 1995; Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 2000; Rosenau et Angelo, 2000; Anders *et al.*, 2001; UCRRP, 2002). Dans le cours principal du Fraser, qui n'a pas été aussi altéré qu'ailleurs et où les eaux s'écoulent toujours librement, la quantité d'habitat disponible pour l'esturgeon n'en a pas moins diminué depuis la colonisation par les Européens. Dans le cours inférieur du fleuve, le dragage, l'extraction du gravier, la chenalisation et la construction de digues ont été pratiques courantes (Lane et Rosenau, 1995; RL&L, 2000; Rosenau et Angelo, 2000). La conversion des milieux humides a commencé à s'accélérer dès le tournant du siècle. Ainsi, en 1924, le lac Sumas a été drainé pour créer la prairie de Sumas (3 600 ha) (Campbell *et al.*, 2002). Dans l'ensemble, la superficie des complexes de milieux humides de la vallée du bas Fraser a été réduite d'environ 70 p. 100 (Environnement Canada, 1996; Campbell *et al.*, 2002). Ces milieux humides auraient sans doute constitué un précieux habitat pour le grossissement des juvéniles ainsi que de bonnes aires d'alimentation. Ailleurs dans la province, des marécages et de vastes bras morts adjacents au chenal principal ont été altérés dans la rivière Nechako (Rood et Neill, 1987), dans le Columbia entre les barrages HLK et Grand Coulee (Hildebrand *et al.*, 1999) et dans le bassin de la rivière Kootenay (Anders *et al.*, 2001). Dans la Nechako, Rood et Neill (1987) ont estimé que la réduction du débit a fait diminuer de 50 à 80 p. 100 la longueur des chenaux secondaires, selon le tronçon de rivière étudié. Pour protéger l'agriculture dans la plaine inondable de la Kootenay, on a massivement endigué la rivière entre Bonner's Ferry, en Idaho, et le lac Kootenay, ce qui a proprement fait disparaître l'habitat favorable dans la plupart des bras morts, chenaux secondaires et marécages (Apperson et Anders, 1991). La disparition de l'habitat de grossissement dans ces régions pourrait contribuer au déclin des populations, car bien que la fraye ait lieu certaines années, le recrutement est négligeable.

Dans la rivière Nechako, le régime d'écoulement a été sensiblement modifié par la construction du barrage Kenney et du déversoir du lac Skins, de même que par la dérivation des eaux vers l'ouest dans un tunnel souterrain passant par une centrale à Kemano, en Colombie-Britannique, avant d'aboutir à la côte. Les eaux libérées du déversoir et dérivées dans le bassin de la Cheslatta se déversent maintenant dans la rivière Nechako aux chutes Cheslatta, quelque 9 km en aval du barrage Kenney. Il y a eu d'importants apports en sédiments à la suite de deux avulsions de la rivière Cheslatta, en 1961 et en 1972, et plusieurs centaines de milliers de tonnes (environ 0,45M m³) de sable et de gravier ont été charriées vers l'aval (Rood et Neill, 1987). Le ralentissement des débits et la réduction de la capacité de transport des sédiments

ont accru l'accumulation dans le chenal. Des études sont en cours pour déterminer si le dépôt de sédiments a altéré la morphologie du chenal et fait disparaître d'importants habitats dans les chenaux secondaires (S. McAdam, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, comm. pers.). La réduction des débits de pointe et les changements d'utilisation des terres ont également fortement stimulé la croissance des macrophytes. La décomposition de cette matière végétale a été identifiée comme une menace potentielle, car elle peut diminuer la quantité d'oxygène disponible près du fond des cours d'eau et nuire ainsi à la survie des juvéniles (Korman et Walters, 2001). Parmi les autres effets possibles de ces denses herbiers de macrophytes, mentionnons les changements prononcés des régimes de températures, la diminution de la vitesse d'écoulement des eaux et l'augmentation connexe de la sédimentation, de même que l'augmentation de la capacité de rétention des contaminants dans les boues accumulées (French, 2001).

Par ailleurs, la contamination est préoccupante dans les zones fortement exploitées par les humains ainsi qu'en aval de ces zones (RL&L, 2000; Anders *et al.*, 2001; UCRRP, 2002). Plus de deux millions de personnes habitent dans la vallée du bas Fraser; les activités industrielles y sont variées et les exploitations agricoles, nombreuses, ce qui peut donner lieu à des problèmes de pollution (Lane et Rosenau, 1995; RL&L, 1996b). Ces effets n'ont pas fait l'objet d'études poussées dans le cours inférieur du Fraser (RL&L, 2000), mais on a déjà signalé des cas de pollution des aires d'alimentation de l'esturgeon en Europe (Rochard *et al.*, 1990). Les esturgeons qui ont accès aux éléments nutritifs d'origine marine (p.ex., les remontes des saumons et des eulakanes) pourraient ne pas être exposés aux mêmes charges de contaminants que ceux qui ne dépendent que des sources d'aliments présentes dans les cours d'eau.

On a trouvé des contaminants dans les esturgeons blancs capturés dans le cours moyen du Fraser (en aval des usines de pâtes à papier), notamment du mercure, des dioxines, des furanes et des PCB coplanaires (MacDonald *et al.*, 1997). Les concentrations mesurées oscillaient entre 0,16 et 1,44 mg.kg⁻¹ (poids humide) dans le foie, et entre 0,18 et 1,42 mg.kg⁻¹ dans les muscles blancs, chez six poissons capturés près de Prince George et dans le lac Williams. La concentration de mercure relevées dans les muscles blancs et les tissus hépatiques de deux de ces poissons dépassait les critères provinciaux établis pour les résidus tissulaires chez les personnes consommant de faibles quantités de poisson, soit 0,5 mg.kg⁻¹ (poids humide) (Pommen, 1989). Dans les six poissons, les concentrations dépassaient les maximums recommandés pour les personnes ayant des taux de consommation hebdomadaires élevés (0,1 mg.kg⁻¹). Les valeurs de fond mesurées chez d'autres espèces de poissons provenant de lacs non contaminés étaient de loin inférieures (0,08 à 0,26 mg.kg⁻¹ [poids humide]). Chez l'esturgeon blanc, les concentrations de polychloro-dibenzo-para-dioxines (PCDD), de polychloro-dibenzo-furanes (PCDF) et de PCB coplanaires (exprimées en TEQ TCDD [2,3,7,8-tétrachloro-dibenzo-para-dioxine]) oscillaient entre 22,75 et 61,8 dans le foie, entre 0,54 et 3,87 dans les muscles blancs, et entre 17,6 et 114 dans les muscles rouges. Dans un grand nombre des échantillons de muscle rouge et de foie, ces concentrations dépassaient

les valeurs de 15 à 30 ppt de TEQ TCDD recommandées dans les directives provisoires de Santé Canada pour la protection de la santé humaine (1990). Les auteurs de cette étude, qui porte sur des questions liées à la santé humaine, notent en passant que les concentrations de contaminants observées pourraient mettre en péril la santé et la vitalité des populations d'esturgeons du Fraser en aval de Prince George (SP2), au vu de la mortalité observée chez les embryons en développement d'autres espèces (Walker *et al.*, 1991 et 1992; Spitsbergen *et al.*, 1991).

La contamination pourrait également être un sujet de préoccupation dans le cours supérieur du Columbia et dans la rivière Kootenay (Duke *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001; UCRRP, 2002). Giorgi (1993, cité dans UCRRP, 2002), qui a prélevé des échantillons dans le cours inférieur du Columbia, remarque que les sédiments contaminés ou les contaminants bioaccumulés chez les proies pourraient avoir une incidence sur le succès reproducteur ou la survie des juvéniles. On trouve plusieurs sources de contaminants dans le bassin du Columbia : usines de pâtes à papier, fonderies et raffineries, mines abandonnées, décharges de résidus miniers, exploitations agricoles et rejets d'eaux usées (UCRRP, 2002). Malgré les efforts consentis au cours des années par nombre de ces établissements pour réduire leurs apports, l'impact des rejets actuels et du patrimoine de contaminants ainsi constitué demeure inconnu.

Protection et tenure

L'habitat de l'esturgeon blanc est protégé contre la détérioration, la destruction ou la perturbation en vertu de l'article 35 de la *Loi sur les pêches* du gouvernement fédéral. À l'échelon provincial, les chenaux principaux du Fraser et des rivières Stuart et Thompson sont classés comme des cours d'eau protégés en vertu de l'article 4 de la *Fish Protection Act*, qui interdit la construction de barrages rive à rive. Les eaux fréquentées par l'esturgeon blanc au Canada sont la propriété de la Couronne, mais peuvent être exploitées sous licence, notamment pour produire de l'électricité.

BIOLOGIE

Généralités

L'esturgeon blanc est une espèce à forte longévité. La croissance, l'âge à la maturité et les intervalles de fraye varient selon le lieu et le sexe. Au printemps et au début de l'été, les adultes sexuellement matures se regroupent pour expulser leurs produits sexuels dans la colonne d'eau. Les œufs fécondés tombent au fond et adhèrent rapidement au substrat. On a étudié le développement des embryons en conditions contrôlées en vue de l'élevage (Wang, 1985, et Beer, 1981, cités dans Conte *et al.*, 1988). À 15 °C, les œufs éclosent après 6,5 jours. Les larves vésiculées passent par une période de dispersion, pendant laquelle elles se déplacent verticalement et nagent ou dérivent dans le courant pendant cinq à six jours en laboratoire (Brannon *et al.*, 1986; Conte *et al.*, 1988). La période de dispersion peut

être beaucoup plus courte en milieu naturel étant donné que les larves peuvent délibérément choisir des vitesses de déplacement particulières (Perrin *et al.*, 1999). Pendant cette période, les larves sont très vulnérables à la prédatation (Hildebrand *et al.*, 1999). Ensuite, elles passent à une phototaxie négative et se cachent dans le substrat en présence de la lumière du jour. À 15 °C, le vitellus est absorbé en 12 à 14 jours, et les larves commencent à se nourrir activement pendant la journée (Conte *et al.*, 1988). Vingt à trente jours après l'éclosion, elles se métamorphosent en alevins (jeunes de l'année). Après quelque 55 jours, elles s'orientent dans le courant et nagent librement en montant vers la surface au crépuscule, et en descendant vers le fond au lever du jour.

Les données sur les caractéristiques selon l'âge présentées dans les sections qui suivent proviennent d'analyses par groupe d'âge effectuées après âgeage sur une petite coupe transversale du rayon principal de la nageoire pectorale droite de l'animal. Il s'agit là de la méthode de détermination de l'âge la plus pratique et la plus fiable qu'on ait étudiée (Brennan et Cailliet, 1989). Les estimations de l'âge sont moins exactes pour les poissons à croissance lente vivant dans des systèmes froids ou dans des cours d'eau régularisés, où la période de croissance est moins bien définie. Il peut donc arriver dans ces cas que l'âge véritable soit sous-estimé, car les anneaux de croissance sont très rapprochés. C'est là un problème connu chez l'esturgeon blanc de la rivière Kootenay et du fleuve Columbia (UCRRP, 2002; Paragamian et Beamesderfer, 2003). La sous-estimation de l'âge peut poser problème dans toutes les populations d'esturgeons blancs étant donné que le biais augmente avec l'âge (Paragamian et Beamesderfer, 2003). Une sous-estimation de l'âge dans l'analyse des caractéristiques démographiques comme l'âge à la maturité sexuelle et la durée d'une génération ferait augmenter le risque de disparition de l'espèce.

Reproduction

Les distributions de la fréquence des longueurs dans les populations et les analyses par groupe d'âge montrent qu'il y a recrutement régulier dans le chenal principal du Fraser, SP1-3 (RL&L, 2000; Yarmish et Toth, 2002). Les populations de tous les bassins régularisés (Nechako, Columbia et Kootenay, SP4-6) connaissent un échec marqué du recrutement (RL&L, 2000; Hildebrand *et al.*, 1999; Duke *et al.*, 1999). La population de la Nechako vieillit; elle compte peu de poissons de moins de 30 ans (figure 6). D'après une reconstitution (Korman et Walters, 2001), le recrutement a ralenti doucement pendant que le réservoir de la Nechako se remplissait, puis il a chuté soudainement en 1964; il a cessé depuis 1967, moment où les répercussions de la régularisation du débit ont commencé à se faire sentir (S. McAdam, comm. pers.). On continue à faire état d'épisodes de fraye réguliers dans la portion canadienne du Columbia, mais l'analyse de la structure d'âge montre que le recrutement a commencé à y décliner en 1969 et a complètement cessé depuis 1985 (RL&L, 1994). Le barrage HLK fonctionne à plein régime depuis 1969 et la construction du barrage Revelstoke a été achevée en 1984. Des études réalisées dans la rivière Kootenay révèlent par ailleurs que le recrutement y a gravement ralenti

depuis 1972, année où le barrage Libby est partiellement entré en service (Duke *et al.*, 1999).

Dans le Fraser, l'âge à la maturité sexuelle augmente entre le cours inférieur et le cours supérieur du fleuve (RL&L, 2000). En aval de Hell's Gate, certaines femelles peuvent frayer dès l'âge de 18 ans, et les mâles dès l'âge de 14 ans (Semakula et Larkin, 1968). Selon des estimations préliminaires, la première fraye a lieu vers la fin de la vingtaine chez les femelles de la population du cours moyen du fleuve; chez les mâles, cela pourrait être plus tôt. Pour la population du cours supérieur du Fraser, les données sont encore limitées, mais selon J. Yarmish (Première Nation Lheidli T'enneh, comm. pers.), les poissons y atteindraient la maturité tardivement, peut-être même pas avant la trentaine. Chez les femelles du bassin de la Nechako, la maturité pourrait ne pas survenir avant la fin de la quarantaine, voire plus tard, et les mâles devraient attendre le début de la trentaine (bien qu'il s'agisse d'une population à croissance lente, cette estimation pourrait être biaisée à cause de l'absence de jeunes individus en son sein). Dans le Columbia, les femelles pourraient être matures dès l'âge de 27 ans, et les mâles commencer leur maturité à 16 ans (RL&L, 1995). Dans la rivière Kootenay, la première fraye pourrait survenir à l'âge de 22 ans chez les femelles, et de 16 ans chez les mâles (Duke *et al.*, 1999).

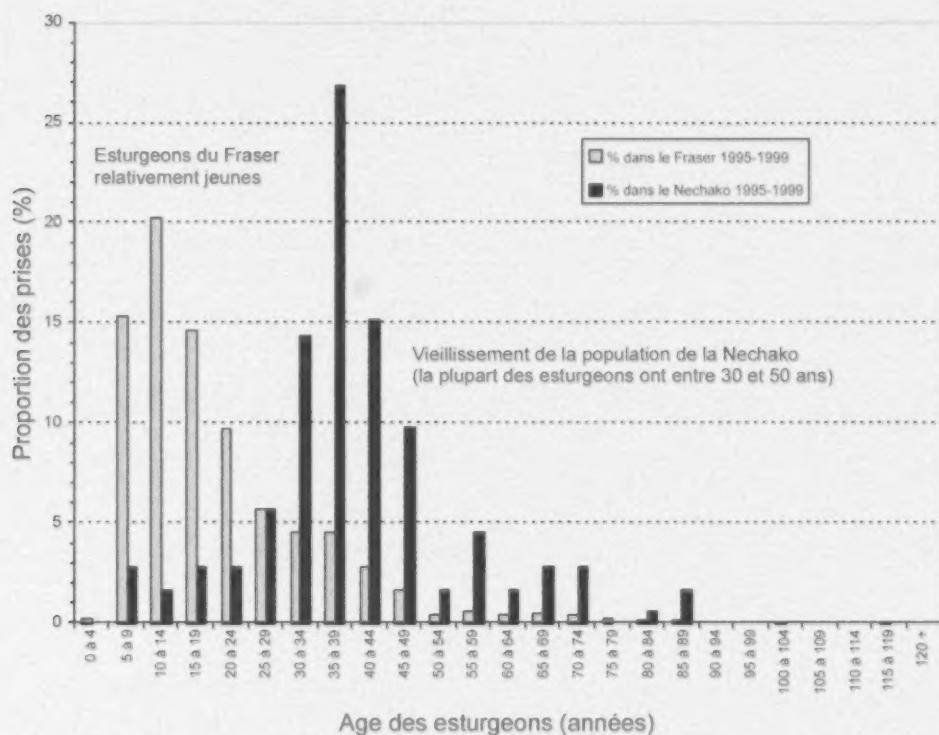


Figure 6. Comparaison de la structure d'âge dans les relevés réalisés dans le chenal principal du Fraser et dans la Nechozo (RL&L, 2000). Un changement semblable dans l'âge est survenu dans les groupes du cours supérieur du Columbia et de la Kootenay.

La durée d'une génération (âge moyen des parents de la cohorte actuelle) dans le cours inférieur du Fraser semble se situer autour de 30-35 ans; dans le chenal principal, en aval de la rivière Néchako, elle oscillerait entre 35 et 40 ans, tandis que dans le bassin de la Néchako, elle pourrait être de 40 ans, à l'état naturel. Selon J. Yarmish (comm. pers.), elle serait de l'ordre de 40 ans dans le cours supérieur du Fraser, mais les données restent limitées. Dans le Columbia, la durée d'une génération est estimée à 30-35 ans (C. Spence, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, comm. pers.), et dans la rivière Kootenay, elle semble se situer autour de 30 ans (C. Spence, comm. pers.). Ces durées sont estimées grossièrement à partir des analyses par groupe d'âge réalisées jusqu'à présent. Un autre facteur pourrait influer sur ces estimations : la possibilité d'une sénescence sexuelle (S. McAdam, comm. pers.). Par ailleurs, à l'heure actuelle, l'âge moyen des adultes dans les trois bassins régularisés où le recrutement est insuffisant est supérieur à ce qu'on aurait pu prévoir en présence de conditions naturelles; cela influe aussi sur l'exactitude des estimations pour ces populations.

Les études réalisées par Perrin *et al.* (1999 et 2000) dans le cours inférieur du Fraser révèlent que la fraye y a lieu au printemps et au début de l'été (mai à juillet), lorsque la température de l'eau varie entre 11,3 et 18,4 °C au moment de la pointe des crues nivales ou lorsque le débit diminue. Dans le cours supérieur du Columbia, elle survient à des températures de 14 à 21 °C (Hildebrand *et al.*, 1999). Dans la population de la Kootenay, elle a lieu entre 7 et 17 °C. Les œufs collants se dispersent dans des eaux à écoulement rapide, ce qui les empêche de s'agglutiner et d'étouffer (Perrin *et al.*, 2000) et assure leur dispersion en aval. Scott et Crossman (1974) signalent que la fécondité varie selon la taille de la femelle et que certaines grosses femelles peuvent pondre jusqu'à 4 millions d'œufs. Moins de 0,1 p. 100 de la progéniture survivra cependant jusqu'à la fin de la première année (page web du Columbia River Investigations).

D'après les données sur les poissons du Fraser examinées par RL&L (2000), le sex-ratio des adultes était biaisé en faveur des mâles, et variait entre 4 à 4,5:1 en aval de Hell's Gate, et 7,6:1 dans le cours moyen du Fraser, et 2:1 dans la Néchako. Dans le Columbia, l'échantillonnage courant (ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, données inédites) donne un sex-ratio de 1,35 mâle pour 1 femelle ($n = 94$). Dans la rivière Kootenay, on a présumé que le ratio était de 1 :1, vu qu'aucune donnée fiable n'est disponible (Paragamian *et al.*, en cours de rédaction). On ne possède aucune donnée sur le sex-ratio des esturgeons du cours supérieur du Fraser. Les adultes survivent à la fraye, mais ne se reproduisent pas chaque année. D'après des données limitées provenant d'une étude antérieure, les intervalles entre les épisodes de fraye varient entre 4 et 9 ans dans le cours inférieur du Fraser (Semakula et Larkin, 1968). Dans l'étude du fleuve Fraser, moins de 10 p. 100 des femelles et 12 p. 100 des mâles examinés appartenant à la classe de taille adulte avaient atteint des stades reproducteurs avancés ($n = 117$), signe que la proportion des individus sexuellement matures au

cours d'une année donnée est très faible. Le nombre de génitrices dans le cours inférieur du Fraser est probablement inférieur à 100 chaque année (M. Rosenau, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, comm. pers.). Dans la population de la Nchako, la situation est alarmante : on y trouve peut-être en effet moins de 15 génitrices par année aujourd'hui. Les données sur la maturité sexuelle dans le Columbia révèlent que 4 p. 100 des femelles seraient en mesure de se reproduire au cours d'une année donnée; en théorie, de 14 à 20 femelles pourraient frayer chaque année, mais en réalité, ce nombre est probablement inférieur (Hildebrand *et al.*, 1999). La proportion d'individus en état de se reproduire est inférieure à celle qu'on observe dans le chenal principal du Fraser et pourrait freiner le rétablissement de l'esturgeon blanc du Columbia.

Survie

Dans les systèmes régularisés, la diminution des débits printaniers attribuable à la régularisation est considérée comme le problème majeur (Duke *et al.*, 1999; Korman et Walters, 2001). Kohlhorst *et al.* (1991, cité dans UCRRP, 2002) signalent que l'effectif des classes d'âge chez l'esturgeon est positivement corrélé au volume d'écoulement; de leur côté, Anders et Beckman (1993, cité dans UCRRP, 2002) ont établi un lien entre, d'une part, les forts débits printaniers et, d'autre part, la quantité d'habitat de fraye disponible, le succès de la fraye et le taux du recrutement. La disparition des débits de pointe peut en outre entraîner l'accumulation de sédiments fins et réduire ainsi la survie des œufs (Beamesderfer et Farr, 1997; Duke *et al.*, 1999; Korman et Walters, 2001), la production d'aliments (Duke *et al.*, 1999) et l'habitat des juvéniles (Beamesderfer et Farr, 1997; Duke *et al.*, 1999; Korman et Walters, 2001). Les effets cumulatifs de l'augmentation de plusieurs facteurs de mortalité pendant les premiers stades de développement pourraient suffire à expliquer l'échec du recrutement dans le cours supérieur du Columbia (UCRRP, 2002).

La dérivation et la retenue des eaux ont considérablement réduit la turbidité, notamment dans le fleuve Columbia et la rivière Kootenay (Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 2000; UCRRP, 2002). Des études ont prédit que l'augmentation de la clarté de l'eau pourrait nuire à l'alimentation des adultes, provoquer des changements dans le comportement reproducteur, et accroître la prédation contre les œufs et les jeunes esturgeons (Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 2000; Gadomski *et al.*, 2001; UCRRP, 2002; Perrin *et al.*, 2003).

Dans leur modèle, Korman et Walters (2001) ont utilisé un taux instantané de mortalité naturelle de 0,1 pour la rivière Nchako, en se fondant sur des données d'échantillonnage provenant du Fraser. Les auteurs indiquent que la mortalité estimative est élevée pour cet animal à forte longévité, à moins que le taux de mortalité ne chute de façon très marquée chez les vieux poissons extrêmement peu nombreux. Ils avancent trois autres hypothèses pour expliquer cette mortalité apparemment élevée : le recrutement dans le cours inférieur du Fraser augmenterait (les vieux poissons pourraient être rares à cause du faible recrutement suivant le pic

de la pêche historique); les vieux poissons de grande taille seraient moins susceptibles d'être échantillonnés; et l'âge des vieux poissons serait sous-estimé. Une autre explication pourrait tenir au fait que relativement peu de poissons atteignent en fait un âge avancé et une grande taille (Sulak et Randall, 2002). L'analyse de la composition par âge chez l'esturgeon blanc du Fraser réalisée par Semakula et Larkin (1968) fait également ressortir un taux élevé de mortalité totale ($> 0,1$). Dans ce cas, la majorité des échantillons provenait des prises accessoires de la pêche commerciale du saumon, et les auteurs soulignent que le maillage des filets maillants pourrait biaiser la taille et l'âge des esturgeons capturés. Aucun des poissons de leur étude n'avait plus de 71 ans, mais la présence dans le Fraser de très gros poissons âgés pourrait évoquer un taux de mortalité d'environ 0,05. Duke et al. (1999) ont estimé le taux de mortalité des esturgeons de la Kootenay à 0,37. De leur côté, RL&L (1994) ont utilisé un taux de mortalité naturelle de 0,06 dans leurs calculs pour établir le taux de déclin dans le cours supérieur du Columbia.

Effets de l'environnement sur la physiologie

D'après des travaux préliminaires réalisés dans le cours inférieur du Columbia (Foster et al., 2001), certaines substances chimiques, comme des organochlorés, des pesticides chlorés et des PCB, pourraient contribuer au déclin des populations dans les secteurs exposés à ce genre de contamination. Les premières données de cette étude indiquent que les contaminants pourraient avoir une incidence sur les concentrations plasmatiques d'androgènes et l'induction d'enzymes hépatiques, et jouer un rôle dans la dégradation du coefficient de condition et la modification du développement des gonades.

La température pourrait aussi jouer un rôle dans les problèmes de recrutement observés dans les cours d'eau régularisés. La survie des larves, optimale entre 14 et 16 °C, diminue sous 10 °C et au-dessus de 20 °C (Wang, 1985). Dans le seul site de fraye connu dans le cours supérieur du Columbia (le confluent de la rivière Pend d'Oreille; UCRRP, 2002), la température de l'eau atteint souvent 21 °C ou plus pendant la saison de fraye, ce qui est bien au-dessus des 18 °C auxquels la mortalité augmente et des anomalies apparaissent (Conte et al., 1988; Hildebrand et al., 1999). En aval du barrage HLK, les températures sont aujourd'hui généralement plus élevées en hiver et plus basses en été qu'avant la construction du barrage (UCRRP, 2002). Les changements apportés au régime naturel des températures pourraient affecter la survie des juvéniles en altérant les besoins bioénergétiques (par exemple, en accélérant le métabolisme au moment où les ressources alimentaires sont limitées).

Un autre paramètre de la qualité de l'eau susceptible d'avoir une incidence sur la survie des larves, en particulier dans les cours d'eau régularisés, est la pression totale du mélange gazeux dissous (Counihan et al., 1998). Les débordements des barrages peuvent entraîner des niveaux de pression supérieurs à 125 p. 100 (Hildebrand et al., 1999). Conte et al. (1988) ont recommandé une pression d'azote gazeux inférieure à 110 p. 100 pour les poissons d'élevage, ce qui est aujourd'hui

devenu la norme. Le stade d'alevin nageant qui suit l'éclosion pourrait être la période la plus vulnérable aux embolies gazeuses, car les larves peuvent alors se trouver près de la surface, où la pression hydrostatique ne peut compenser l'excès de pression totale du mélange gazeux (Hildebrand *et al.*, 1999). À part la mortalité directe, le phénomène pourrait avoir des effets sublétaux étant donné que la présence de bulles de gaz dans la tête de l'animal se traduit par une flottabilité positive et des changements de comportement qui peuvent accroître sa vulnérabilité face aux prédateurs (Counihan *et al.*, 1998).

Déplacements et dispersion

Dans le Fraser, les déplacements associés à la fraye ont généralement lieu à l'automne ou au printemps, et se font vers des lieux propices (RL&L, 2000). Les migrations automnales vers les aires d'hivernage sont des déplacements unidirectionnels soutenus, suivis d'une période de faible activité qui dure habituellement d'octobre à mars. RL&L (2000) ont également noté au printemps un déplacement notable vers des aires d'alimentation partout dans le Fraser. La direction, la distance et la chronologie de ces déplacements variaient selon la disponibilité de la nourriture. Dans le cours supérieur du fleuve, certains individus parcourraient plus de 30 km vers des zones d'hivernage et d'alimentation présumées (Yarmish et Toth, 2002). Le barrage Kenney semble marquer la limite amont de l'aire de répartition historique de l'esturgeon dans la rivière Nechako et ne ferait pas obstacle à la migration. Néanmoins, la baisse considérable des débits dans le tronçon séparant ce barrage de la rivière Nautley (l'exutoire du lac Fraser) pourrait avoir une incidence sur son utilisation par l'esturgeon (S. McAdam, comm. pers.) et peut-être aussi sur l'approvisionnement en nourriture.

Dans le Columbia, aucun déplacement particulier n'a été observé à part les déplacements localisés entre diverses zones adjacentes fortement exploitées (Hildebrand *et al.*, 1999). Des déplacements vers des zones moins profondes, situées à proximité et associées à la recherche d'aliments, ont lieu au printemps et en été. Certains déplacements limités se font aussi vers l'aval jusqu'aux États-Unis, mais ne dépassent pas la ville de Kettle Falls, située immédiatement au sud de la frontière (Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 1995). De même, un petit nombre de poissons étiquetés dans le lac Roosevelt ont été recapturés en amont dans le cadre d'opérations d'échantillonnage réalisées au Canada (ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, données inédites). Dans le bassin de la Kootenay, on a exercé un suivi des déplacements sur de longues distances vers les aires d'hivernage, qui ont lieu à la fin de l'automne (Apperson et Anders, 1991). Les esturgeons blancs de ce bassin traversent régulièrement la frontière entre la Colombie-Britannique et l'Idaho dans les deux sens pour s'installer dans les fosses profondes du chenal principal de la rivière ou dans le lac Kootenay.

Dans le Columbia, les barrages ont fait obstacle à la migration (figure 3), empêchant le déplacement des individus entre les différents habitats nécessaires aux divers stades de leur cycle biologique (UCRRP, 2002), comme les migrations

vers les aires de fraye et d'alimentation (Rochard *et al.*, 1990; Beamesderfer et Farr, 1997). À l'aide d'une modélisation, Jager *et al.* (2001) ont avancé l'hypothèse que la fragmentation de l'habitat pourrait accroître de beaucoup le risque de disparition des populations d'esturgeons.

Il est peu probable que la dispersion naturelle assure le rétablissement des populations disparues ou la régénération des populations déclinantes isolées entre les barrages ou en amont. Une telle dispersion depuis le cours inférieur du Fraser vers l'amont du bassin, au-dessus de la barrière de Hell's Gate, est peu vraisemblable. D'après les études par marquage effectuées en amont de Hell's Gate, les zones d'eaux vives, les sections de canyon à écoulement rapide et les longs radiers peu profonds nuisiraient aux déplacements entre les divers tronçons du fleuve (RL&L, 2000). Les données génétiques (Nelson *et al.*, 1999; Pollard, 2000) viennent également corroborer la séparation démographique des esturgeons blancs de ces régions. On sait que les poissons du Columbia exploitent abondamment le milieu marin, et les numéros de quelques poissons marqués capturés dans le cours inférieur du Fraser ne correspondent pas à ceux du programme de marquage local (T. Nelson, LGL Ltd., comm. pers.). Les poissons du cours inférieur du Fraser exploitent eux aussi partiellement le milieu marin (Veinott *et al.*, 1999). Les comparaisons de l'ADN mitochondrial montrent toutefois que les poissons de ces deux cours d'eau sont génétiquement différents (Brown *et al.*, 1992) et qu'il y a peu de vagabondage ou de dispersion entre les bassins. Par exemple, Brown *et al.* (1992) ont constaté que l'hétéroplasmie était plus élevée chez les poissons du Fraser (54 p. 100) que chez ceux du Columbia (25 p. 100) ($\chi^2 = 13,33, P < 0,001$). La diversité des sites de restriction au niveau des populations (K_c) était de 0,687 dans le Fraser et de 0,362 dans le Columbia. La diversité moyenne dans la variation de longueur de l'ADNmt chez les individus (K_b) était beaucoup plus prononcée dans le Fraser ($0,223 \pm 0,024$) que dans le Columbia ($0,127 \pm 0,27$) (variable de Student = 2,639; $nu = 172, P < 0,01$).

Alimentation et relations interspécifiques

L'esturgeon blanc se nourrit de divers organismes allant des invertébrés benthiques, comme l'écrevisse, la crevette et les bivalves, aux poissons, comme la lamproie, les saumons, l'eulakane et l'éperlan (Semakula et Larkin, 1968; Lane et Rosenau, 1995; Echols, 1995). Les esturgeons de petite taille mangent en général de petits invertébrés tandis que les plus gros consomment surtout du poisson. L'esturgeon blanc peut aussi bien capturer des proies vivantes que manger des carcasses (Lane et Rosenau, 1995).

La régularisation des eaux a eu un impact sur la dynamique démographique de divers organismes importants pour l'esturgeon, dont ses proies, ses prédateurs et ses compétiteurs (Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001; UCRRP, 2002).

Avant la construction des barrages sur le Columbia, les remontes de saumons reproducteurs constituaient vraisemblablement une importante source d'alimentation saisonnière pour l'esturgeon blanc (Hildebrand et al., 1999; UCRRP, 2002). La perte de cet approvisionnement régulier en éléments nutritifs d'origine marine a sans doute eu aussi une incidence sur la productivité de l'écosystème. La disparition des remontes de saumons pourrait avoir des répercussions sur la fréquence de fraye et la fécondité de l'esturgeon (Hildebrand et al., 1999). La construction des barrages a également perturbé le transport des éléments nutritifs vers l'aval, ce qui a réduit encore plus la productivité et altéré la chaîne trophique (Ashley et al., 1999; UCRRP, 2002). Il en est résulté un déclin de plusieurs espèces de poissons et d'invertébrés indigènes et, donc, une diminution du nombre de proies disponibles pour tous les stades du cycle biologique de l'esturgeon (Duke et al., 1999). Selon Korman et Walters (2001), la diminution de l'approvisionnement en aliments pour les juvéniles devrait augmenter le temps consacré à la recherche de la nourriture nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques et accroître la vulnérabilité de l'espèce à la prédation.

Dans tout le Fraser, l'approvisionnement alimentaire et peut-être aussi la capacité reproductrice de l'esturgeon pourraient avoir été périodiquement affectés par les cycles de faible abondance des saumons. La productivité dans le cours inférieur du fleuve est également perturbée par le déclin abrupt des remontes printanières d'eulakanes depuis 1994 (Eulachon Research Council, 1998).

Les humains sont les seuls prédateurs d'importance de l'esturgeon adulte dans les systèmes fluviaux (UCRRP, 2002), même si diverses espèces de poissons s'attaquent par ailleurs aux œufs et aux juvéniles (Anders et al., 2001; UCRRP, 2002). À la suite de la régularisation des eaux, la prédation peut augmenter, car la plus grande stabilité des conditions hydrauliques, des températures et de la qualité de l'eau accroît le nombre des prédateurs. C'est ainsi qu'ont augmenté les populations de prédateurs indigènes, comme le meunier (*Catostomus* sp.) et la sauvagesse du nord (*Ptychocheilus oregonensis*), dans le bassin du Columbia (UCRRP, 2002). L'introduction illégale du doré jaune (*Stizostedion vitreum*) non indigène dans le lac Roosevelt a également eu des répercussions dans la portion canadienne du chenal principal du Columbia, car ce poisson entreprend des migrations trophiques annuelles vers l'amont de juin à août (UCRRP, 2002). Ces migrations coïncident avec la période de dispersion des larves de l'esturgeon blanc vers l'aval, mais on ignore si le doré a un impact sur l'abondance des larves.

Comportement et adaptabilité

L'esturgeon blanc est spécifiquement adapté aux grands bassins fluviaux de l'ouest du Canada et des États-Unis, où il évolue depuis des millions d'années. Sa taille et son comportement opportuniste lui ont permis de tirer parti des ressources saisonnières abondamment disséminées (UCRRP, 2002). La construction de barrages a nui à ses déplacements et confiné l'espèce à des fragments de cours d'eau et à des réservoirs qui, dans certains cas, ne lui offrent plus l'éventail complet

des habitats ou des conditions dont elle a besoin pour compléter son cycle biologique. La régularisation du débit a limité ou modifié les régimes hydrologiques ou thermiques cycliques qui déclenchaient, croit-on, les comportements des poissons en présence de conditions propices à la fraye et à l'alevinage (Beamesderfer et Farr, 1997; RL&L, 2000; Korman et Walters, 2001; UCRRP, 2002). Vu sa forte longévité, l'esturgeon pourrait n'avoir qu'une capacité d'adaptation limitée aux changements environnementaux rapides.

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Généralités

Birstein (1993) donne un aperçu de la situation de 27 espèces de Chondrostéens (esturgeons et spatulaires) à l'échelle mondiale, en se fondant sur la littérature publiée sur le sujet. Les populations de deux espèces sont considérées comme disparues ou éteintes (*extirpated*), et celles de 13 autres sont classées comme en danger (*endangered*) selon l'IUCN, ou selon le U.S. Office of Endangered Species pour les espèces étatsunniennes. La liste rouge 2002 de l'IUCN compte 30 espèces, 17 stocks et deux populations : 6 espèces et 2 stocks sont en danger critique d'extinction; 11 espèces, 10 stocks et une population sont menacés; 11 espèces, 3 stocks et une population sont vulnérables; 2 stocks sont considérés comme éteints; 2 espèces sont qualifiées de quasi menacées (dont l'esturgeon blanc).

Toutes les populations canadiennes d'esturgeon blanc ont vraisemblablement connu des déclins, et le recrutement semble faible ou nul dans la moitié d'entre elles (Duke *et al.*, 1999; RL&L, 2000; Korman et Walters, 2001; UCRRP, 2002). Dans certains cas, par exemple dans le cours inférieur du Fraser, ce déclin pourrait être sur le point d'être stoppé, comme le laisse entrevoir la répartition par âge plus naturelle (RL&L, 2000). Si, dans certaines populations du Fraser, la répartition par âge évoque un recrutement stable (figure 6), la proportion de poissons immatures pourrait toutefois ne pas y être aussi élevée que dans celle du cours inférieur du Columbia, au-dessous du barrage Bonneville. Cette dernière population semble être la plus abondante et la plus saine de toutes (USFWS, 2001), la proportion d'individus immatures y étant estimée à 95 p. 100 (DeVore *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001). Même dans le cours inférieur du Fraser, la proportion de poissons immatures de l'échantillon approche davantage les 85 p. 100 (Nelson, 2002), signe que la population ne s'est peut-être pas complètement rétablie. Dans la Nechako, la Kootenay et le cours supérieur du Columbia, les répartitions par âge sont fortement biaisées en faveur des poissons âgés (Duke *et al.*, 1999; RL&L, 2000; UCRRP, 2002). RL&L (2000) n'ont trouvé que fort peu de poissons âgés de moins de 30 ans dans la Nechako (figure 6), malgré un effort d'échantillonnage dirigé vers les jeunes classes d'âge; la plupart des esturgeons de cette rivière ont entre 31 et 50 ans, le groupe le plus nombreux se situant dans la classe de 31 à 45 ans (60,3 p. 100 des prises). Aucun esturgeon de moins de 17 ans n'a par ailleurs été échantillonné dans

le cours supérieur du Columbia, où la plupart des individus ont plus de 34 ans. Tous les poissons nés en milieu naturel dans la rivière Kootenay ont plus de 20 ans.

Le Columbia et la rivière Kootenay ont tous deux été fragmentés (Hildebrand et al., 1999; UCRRP, 2002). Il pourrait y avoir encore quelques échanges très limités vers l'aval, au-delà des barrages. L'UCRRP (2002) signale que les barrages ont fragmenté les populations d'esturgeons du Columbia en au moins 30 tronçons séparés (figure 3). Dans cinq des sept tronçons des eaux canadiennes, les esturgeons blancs sont considérés comme fonctionnellement disparus (moins de 80 poissons et aucune preuve de succès reproducteur). Des études génétiques ont montré que les populations du Fraser sont relativement isolées les unes des autres (Pollard, 2000; RL&L, 2000; Smith et al., 2002). La diversité génétique diminue en allant vers l'amont et il semble n'y avoir que fort peu d'échanges entre les populations (Nelson et al., 1999; Anders et al., 2000; Pollard, 2000).

On ne possède aucune information sur la possibilité qu'ont les populations d'esturgeons d'agir comme populations-sources (qui produisent un excédent de juvéniles susceptibles de se disperser dans d'autres régions) ou comme populations-puits (qui attirent des immigrants parce que le taux de recrutement est plus faible que le taux de mortalité). Ce genre de phénomènes démographiques ne pourrait se produire que dans le bassin du Fraser, où des déplacements normaux peuvent avoir lieu. La population du cours inférieur du fleuve pourrait effectivement agir comme un puits étant donné qu'elle est peu susceptible de renvoyer des immigrants vers le reste du fleuve à cause de l'obstacle constitué par Hell's Gate en amont; elle pourrait agir soit comme source soit comme puits pour d'autres populations de la côte du Pacifique. Les échanges entre les bassins hydrographiques sont toutefois considérés comme rares. Comme les populations en amont comptent peu d'individus qui, par ailleurs, ne semblent pas se mélanger aux autres populations, on estime que leur capacité d'agir comme sources est faible.

On manque généralement de données historiques sur les fluctuations de la taille ou de la densité des populations. Les études menées dans tous les bassins sont relativement récentes et ne portent que sur la situation actuelle (voir le tableau 2). Les effectifs de certaines populations pourraient être naturellement faibles, étant donné que l'exploitation ne semble pas jouer et que l'habitat demeure largement intact. D'après des statistiques commerciales établies pour le cours inférieur du Fraser (figure 7), la surpêche y a cependant provoqué d'importants déclins par le passé.

Tableau 2. Effectif estimatif des populations, densité des individus et nombre d'individus adultes.

Population	N ^{bre} d'individus	Intervalle de confiance à 95 p. 100 ⁷	N ^{bre} d'adultes	Densité (indiv./ km ²) ¹⁰	Références
SP1 ¹	47 431 ⁴	44 026 – 50 836	7650 ⁸	94,9	Nelson et al. (2002)
SP2	3745 ⁵	3064 – 4813	749 ⁹	3,8	RL&L (2000)
SP3	815 ⁶	677 – 953	185 ⁹	11,6	Yarmish et Toth (2002)
SP4	571 ⁵	421 – 890	457 ⁹	1,2	RL&L (2000)
SP5 cours inférieur ²	1427	1295 – 1580	942	3,3	L. Porto (comm. pers.) ^{2,3}
SP5 cours supérieur ³	42	26 – 87			
SP6	760	430 – 1090	752	1,6	C. Spence (comm. pers.)
TOTAL	54 791	49 939 – 60 249	10 735		

¹SP1 – de l'embouchure du Fraser jusqu'à Yale.

²SP5 cours inférieur – tronçon du fleuve entre le barrage HLK et la frontière étatsunienne.

³SP5 cours supérieur – au-dessus du barrage HLK.

⁴Estimations pour les poissons > 40 cm de longueur à la fourche.

⁵Estimations pour les poissons > 50 cm de longueur à la fourche.

⁶Estimations pour les poissons > 70 cm de longueur à la fourche.

⁷L'intervalle de confiance s'applique au nombre d'individus.

⁸Estimations pour les individus ≥ 150 cm de longueur à la fourche.

⁹D'après la proportion des captures totales entrant dans la classe de taille adulte > 150 cm de longueur totale utilisée dans RL&L (2000).

¹⁰Estimations de la densité calculées à l'aide des données sur la zone d'occupation fournies par S. Cheesman, ministère de la Gestion durable des ressources de la Colombie-Britannique, Victoria.

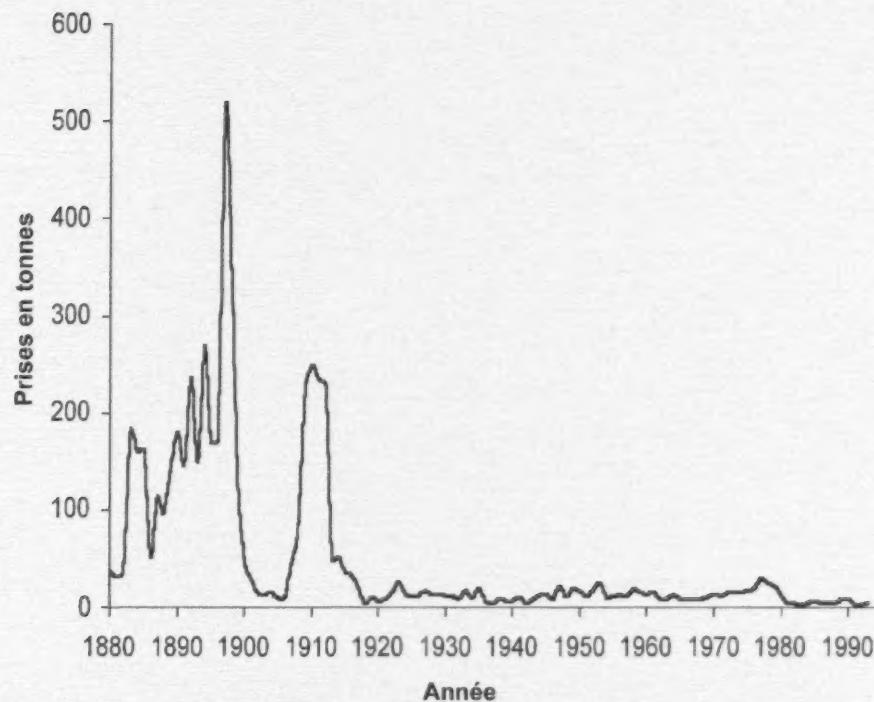


Figure 7. Statistiques sur les prises commerciales historiques d'esturgeons blancs dans le Fraser, de 1880 à 1993 (figure tirée d'Echols, 1995).

Cours inférieur du Fraser (SP1)

Cette population fait l'objet d'une surveillance depuis 1985, surveillance qui s'est accrue depuis 1995. Parmi les techniques utilisées figurent la radiotélémétrie, les statistiques sur les prises commerciales et sportives, les études de marquage-recapture et les études du cycle biologique (voir par exemple Lane, 1991; Swiatkiewicz, 1992; RL&L, 2000). Nelson *et al.* (2002) ont estimé l'effectif des poissons de plus de 40 cm de longueur à la fourche entre l'embouchure du fleuve et Yale, dans le cadre d'une étude de marquage-recapture qui a nécessité un effort considérable sur une période de 2 ans (plus de 100 bénévoles ont capturé, marqué et libéré plus de 10 000 esturgeons). Comme ces chercheurs n'ont pas évalué l'âge à la maturité, le nombre d'individus adultes des deux sexes a été calculé en se fondant sur la proportion des adultes établie par RL&L (2000) (0,675) et en l'appliquant aux estimations de Nelson *et al.* (2002) (tableau 2).

On ne dispose d'aucune donnée historique sérieuse sur les tendances des populations. Echols (1995) a étudié les données disponibles sur les pêches des Premières Nations (1983-1994), mais souligne qu'elles n'ont été recueillies que sporadiquement et ne permettent donc d'obtenir que des estimations approximatives des récoltes. Les estimations des prises mensuelles varient ainsi énormément, passant certaines années de 0 en hiver à plus de 1 000 poissons en été. La plus forte proportion de la prise totale a été relevée dans les eaux non soumises aux

marées, entre Mission et Hope. La plus importante base de données est constituée par les statistiques sur les prises commerciales, qui remontent à 1880 (Semakula et Larkin, 1968). L'esturgeon blanc du Fraser a en effet été une importante espèce commerciale à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle (Echols, 1995). À partir de 1880, la récolte annuelle a augmenté en moyenne de 27 tonnes par année, avec un sommet de 517 tonnes en 1897, avant de chuter brusquement à 20 tonnes en 1905 (Echols, 1995; figure 7). Il y a bien eu une courte période de rétablissement peu de temps après, mais à partir de 1917, la récolte annuelle n'a que rarement dépassé les 15 tonnes jusqu'à la fermeture de la pêche (Echols, 1995; figure 7).

Cette évolution évoque un important déclin de la population attribuable à la pêche. L'interprétation des données sur la récolte commerciale pose toutefois problème (Echols, 1995). En effet, à cause des changements dans les régimes de pêche et du manque de cohérence, il est difficile de comparer les prises historiques et les prises plus récentes. Il y a bien eu une pêche dirigée de l'esturgeon vers le début du XX^e siècle (Echols, 1995), mais pendant les 80 années qui ont suivi, les seules captures commerciales ont été les prises accessoires dans la pêche du saumon. Ce n'est que depuis 1994 qu'on interdit de garder ces prises d'esturgeons. Les données sur la pêche commerciale, qui englobent l'esturgeon vert, étaient compilées en fonction du poids et non du nombre d'individus, et on n'a commencé à les recueillir que bien des années après le début de la pêche. Par ailleurs, le braconnage a toujours été un problème et a donné lieu à une sous-estimation des prises (Echols, 1995). Mais malgré ces difficultés, on peut raisonnablement affirmer que la population d'esturgeons blancs du cours inférieur du Fraser a connu, au début du XX^e siècle, un déclin aussi marqué que celui qu'on a observé à la même époque dans le Columbia et le Sacramento (Hanson et al., 1992, cité dans Echols, 1995; UCRRP, 2002).

Dans le cours inférieur du Columbia, la pêche commerciale a atteint un sommet en 1892 (Craig et Hacker, 1940), mais les prises maximales (2 700 tonnes) y dépassaient largement celles du Fraser (517 tonnes). Après un déclin provoqué par la surpêche, les populations d'esturgeons blancs de ce tronçon du fleuve se sont rétablies et sont aujourd'hui considérées comme saines (Beamesderfer et Farr, 1997, USFWS, 2001). En 2000, l'effectif était estimé à plus de 1,3 million de poissons dans la section non régularisée, en aval du barrage Bonneville (USFWS, 2001; DeVore et al., 1999). Cette section du Columbia couvre une plus large superficie que celle du Fraser qui est située en aval de Hell's Gate. Les deux tronçons ont à peu près la même longueur (environ 211 km en aval de Hell's Gate et 230 km en aval du barrage Bonneville), mais le débit annuel moyen à The Dalles, sur le cours inférieur du Columbia, est de 5 389 m³/s (US Geological Survey), alors qu'il est de 2 724 m³/s à Hope, sur le Fraser (Relevés hydrologiques du Canada). La différence d'un facteur 25 observée dans la taille des populations donne à penser que la population du cours inférieur du Fraser pourrait en théorie être plus abondante. Cette hypothèse est corroborée par les estimations des récoltes historiques entre 1892 et 1920 (environ la durée d'une génération) établies par Semakula et Larkin, qui sont six fois supérieures à l'estimation courante de la biomasse dans le fleuve en aval de Yale

(Nelson *et al.*, 2002). Même en supposant que la population non exploitée était composée en moyenne de plus gros poissons que ceux constituant l'échantillon actuel, le déclin dépasse sans doute largement 50 p. 100.

D'après d'autres données sur les prises, il se pourrait que des problèmes de recrutement surviennent à l'occasion ou que les poissons de taille plus petite du cours inférieur du Fraser subissent les impacts de la pêche (mortalité liée aux prises accessoires ou au braconnage). Les prises de poissons de taille inférieure à la taille légale (50 – 100 cm) par unité d'effort pour la pêche sportive ont chuté de 0,34 à 0,17 poisson par sortie entre 1985 et 1990 (Inglis et Rosenau, 1994). Bennett *et al.* (1998) signalent également une diminution du nombre d'esturgeons juvéniles capturés entre 1985 et 1993. Dans une autre étude, les prises réalisées à l'aide de filets maillants multinappes normalisés au même endroit et à la même époque de l'année ont affiché des réductions semblables entre 1985-1987 et 1992-1993 (Lane et Rosenau, 1995). Une comparaison de la communauté de poissons du cours inférieur du Fraser entre les périodes 1972-1973 et 1993-1994 a également mis en évidence une apparente réduction de l'abondance de l'esturgeon (Richardson *et al.*, 2000). Ces études font toutes ressortir un possible déclin de la densité des juvéniles entre le milieu des années 1980 et la fin des années 1990.

Dans la période été-automne de 1993 et de 1994, les esturgeons blancs adultes ont connu un épisode inexpliqué de mortalité massive (McAdam, 1995). Tous les poissons morts observés étaient en âge de se reproduire. La taille des carcasses récupérées (38, en majorité des femelles) variait entre 2,16 et 3,86 m (longueur totale; moyenne = 3,18). L'âge du poisson le plus petit a été estimé à 27-30 ans. Plusieurs causes potentielles ont été examinées, dont la pollution, la maladie, les faibles concentrations d'oxygène et la température élevée de l'eau. Les autopsies et la reconstitution chronologique n'ont pas permis d'établir de cause définitive.

Cours moyen du Fraser (SP2)

La population du cours moyen du Fraser fait l'objet d'une surveillance depuis 1994, à l'aide de diverses méthodes dont la radiotélémétrie, les études de marquage-recapture et les études du cycle biologique (RL&L, 2000). La distribution de la fréquence des longueurs et la répartition par âge indiquent qu'il y a recrutement régulier (RL&L, 2000). On estime l'effectif des poissons de taille supérieure à 50 cm LF à environ 3 800 individus, mais on n'arrive pas à déterminer si le nombre d'esturgeons de cette population a diminué ou est demeuré stable au cours des 3 dernières générations. Il est peu probable qu'il y ait recolonisation à partir des populations du cours inférieur du Fraser ou des États-Unis vu l'obstacle que représente Hell's Gate (emplacement de l'obstacle corroboré par le marquage et par des études génétiques). Toute recolonisation depuis l'amont serait également difficile compte tenu du petit nombre de déplacements vers l'aval qui ont été détectés.

Cours supérieur du Fraser (SP3)

Le cours supérieur du Fraser fait l'objet d'une surveillance depuis 1997 (RL&L, 2000; Yarmish et Toth, 2002), à l'aide de diverses méthodes dont la radiotélémétrie, les études de marquage-recapture et les études du cycle biologique. La distribution de la fréquence des longueurs y est biaisée en faveur des poissons de petite taille, ce qui indique une structure de population passablement naturelle. Aucune information sur l'habitat ou sur la pêche n'évoque un éventuel déclin de la population de la région. L'abondance est faible (tableau 2), mais le fleuve est plus petit dans cette portion, et les saumons y remontent en moins grand nombre, ce qui diminue l'apport en éléments nutritifs d'origine marine.

Rivière Nechako (SP4)

On a commencé à surveiller cette population en 1982 et, depuis 1995, la surveillance s'est accrue (Dixon, 1986; RL&L, 2000). On utilise à cette fin la radiotélémétrie, les statistiques sur la pêche sportive, les études de marquage-recapture et l'étude du cycle biologique. La population a chuté à moins de 600 individus (RL&L, 2000). D'après les données sur l'âge et la taille, le recrutement est très faible depuis les années 1960. RL&L (2000) ont constaté que la distribution de la fréquence des longueurs et la répartition par âge sont fortement biaisées en faveur des individus âgés (figure 6). Malgré un effort d'échantillonnage dirigé vers ce groupe d'âge, on a capturé très peu de poissons de moins de 30 ans. Seulement 4 p. 100 des individus échantillonés avaient moins de 100 cm de longueur totale.

Korman et Walters (2001) ont mis au point un modèle pour évaluer les tendances historiques du recrutement et prédire la structure d'âge des populations naturelles, déceler les éventuels changements de taille des populations associés à l'échec du recrutement et prévoir le taux de rétablissement des populations lorsque le recrutement reprend. Ce modèle a permis de reconstituer la composition par âge pour les données recueillies en 1982 et entre 1995 et 1999, compte tenu d'un brusque déclin dans le recrutement amorcé au début des années 1960. On a ainsi mis en évidence un lien avec les changements dans le régime d'écoulement survenus à l'époque. Dans un autre scénario, les auteurs ont tenté d'ajuster lisser les données sur la composition par âge en utilisant les débits de la saison de fraye à Vanderhoof pour simuler les conditions du succès reproducteur, et ont obtenu des compositions par âge simulées très semblables à celles observées en 1982, mais avec un décalage de -5 ans pour la période 1995-1999. Ce décalage temporel pourrait s'expliquer si les changements apportés à la morphologie du chenal à la suite de la modification du régime hydrologique sont un facteur causal (S. McAdam, comm. pers.). Ce scénario a également prévu que le recrutement augmenterait après l'inondation de 1976, ce qui ne s'est jamais matérialisé. Les auteurs ont aussi avancé l'hypothèse que plusieurs années de conditions d'écoulement favorables pourraient être nécessaires pour stimuler la fraye. Le modèle montre que la situation est complexe et nécessite des éclaircissements.

Le nombre estimatif de femelles adultes dans la population s'élève à 150 (RL&L, 2000; Korman et Walters, 2001). Selon Korman et Walters (2001), ce nombre devrait chuter à 25 d'ici 2025 (un déclin de 83 p. 100) en l'absence d'un changement dans le taux de recrutement. (Dans le bassin de la Nchako, une période de 25 ans représente environ la moitié de la durée actuelle d'une génération.) Il importe de souligner que le recrutement immédiat des juvéniles dans la population ne modifiera pas la prévision vu le délai minimum de 25 ans entre le recrutement et la maturité (Korman et Walters, 2001). Selon les auteurs, les prévisions établies par le modèle montrent bien l'urgence de mettre en œuvre des activités de rétablissement. Cette urgence ressort avec encore plus de force lorsqu'on sait que seul un faible pourcentage des femelles adultes est capable de frayer lors d'une année donnée. Le nombre actuel de génitrices en mesure de procréer chaque année se situe vraisemblablement entre six et 15. Pour protéger la variété génétique naturelle, les programmes de propagation du Columbia et les programmes de pisciculture de la Kootenay préconisent un minimum de cinq à six familles différentes chaque année pendant toute leur durée (qui est fixée, pour l'heure, à plus de 25 ans). Si le recrutement doit être accru par la pisciculture à vocation de conservation, l'obtention sur le terrain du nombre voulu de poissons sexuellement matures chaque année soulève des difficultés évidentes, et plus on attend, plus le nombre de femelles disponibles sera limité.

Cours supérieur du Columbia (SP5)

Cette population fait l'objet d'une surveillance depuis 1990 (Hildebrand *et al.*, 1999; UCRRP, 2002) au moyen de la radiotélémétrie, des statistiques sur la pêche sportive, d'études marquage-recapture et d'études du cycle biologique (Hildebrand *et al.*, 1999; UCRRP, 2002). Les estimations d'effectifs sont données séparément pour les populations vivant en amont et en aval du barrage HLK (tableau 2); celles qui portent sur la zone située en aval sont incomplètes, car elles n'englobent pas le réservoir du lac Roosevelt, dans l'État de Washington. Toutefois, comme la surveillance a montré qu'il y avait très peu de déplacements vers l'amont par la frontière internationale, il semble que les esturgeons du lac Roosevelt constituent une population distincte, qui ne se mêle pas à celle vivant plus en amont. Dans le lac Roosevelt, l'échantillonnage a été insuffisant pour permettre d'estimer la population, mais l'effectif serait faible (Hildebrand *et al.*, 1999; UCRRP, 2002). Malgré quelques mentions anecdotiques, les efforts visant à confirmer la présence de l'esturgeon dans les zones situées en amont du réservoir Arrow sont restés vains à ce jour (RL&L, 1996b; Hildebrand *et al.*, 1999).

On ne possède aucune information détaillée sur les tendances des effectifs mais, d'après des données sérieuses, le recrutement a constamment échoué pendant plusieurs décennies. Une étude exhaustive a confirmé qu'il y avait fraye dans une localité (UCRRP, 2002). Mais, malgré des épisodes de fraye réguliers, les analyses de la structure d'âge ont montré que le recrutement a ralenti à partir de 1969 et échoue sans doute complètement depuis 1985 (RL&L, 1994; Hildebrand *et al.*, 1999). La distribution de la fréquence des longueurs suit une tendance

semblable, la proportion de petits esturgeons récoltés dans le cadre des programmes d'échantillonnage en cours ayant considérablement diminué (RL&L, 1996a; Hildebrand *et al.*, 1999; UCRRP, 2002). L'échantillonnage réalisé dans le lac Roosevelt, quoique moins intensif, met en évidence une même tendance à l'échec du recrutement (DeVore *et al.*, 1999; UCRRP, 2002). Dans le cours supérieur du Columbia, le recrutement a échoué au point de mettre en péril la survie de la population. D'après les données courantes, les effectifs devraient diminuer encore de 50 p. 100 d'ici 10 ans, et de 75 p. 100 d'ici 20 ans, jusqu'à la disparition effective (< 50 poissons) aux environs de 2044 (UCRRP, 2002).

On a observé dans le cadre d'études par télémétrie quelques individus qui se déplaçaient en aval et franchissaient la frontière des États-Unis (UCRRP, 2002), mais le phénomène semble rare. En amont de la frontière, les poissons des lacs Arrow et du chenal principal en aval du barrage HLK pourraient être plus étroitement apparentés entre eux qu'avec ceux des États-Unis, car un obstacle naturel situé du côté étatsunien pourrait avoir empêché les déplacements vers l'amont avant d'être inondé par le barrage Grand Coulee (figure 3). On doute que la population du lac Roosevelt puisse agir comme population source capable de fournir de nouveaux immigrants au Canada si la portion canadienne de la population venait à disparaître, car les deux groupes semblent connaître les mêmes problèmes de recrutement. Le barrage HLK sépare physiquement les esturgeons blancs du réservoir des lacs Arrow de ceux qui se trouvent en aval. Quelques poissons pourraient passer par l'écluse qui permet aux bateaux de franchir le barrage, ou être entraînés dans l'évacuateur du barrage, mais on n'observe guère de déplacements entre les deux régions; en fait, on n'a capturé qu'un seul poisson dans le lac Arrow inférieur durant les travaux d'échantillonnage (UCRRP, 2002). La plupart des poissons sont concentrés dans le lac Arrow supérieur et on a pu suivre leurs déplacements vers l'amont, en direction de Revelstoke ou du bras Beaton et de la rivière Incommappleux (UCRRP, 2002). Il est donc peu probable que les lacs Arrow puissent être recolonisés naturellement.

Rivière Kootenay (SP6)

Les relevés, amorcés en 1977 dans la rivière, ont été intensifiés à partir de 1990 (Duke *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001). Au nombre des techniques utilisées figurent la radiotélémétrie, les statistiques sur la pêche sportive, les estimations par marquage-recapture et les études du cycle biologique (Duke *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001). Les estimations d'effectifs présentées au tableau 2 portent sur les poissons des deux côtés de la frontière (Paragamian *et al.*, 1997) puisqu'il s'agit d'un groupe transfrontalier qui se déplace librement entre les eaux canadiennes et étatsunies.

On ne possède aucune information détaillée sur les tendances des populations, mais des données sérieuses indiquent que le recrutement échoue. L'analyse par âge révèle en effet que le recrutement naturel des juvéniles de cette population, au ralenti depuis le milieu des années 1960 (Partridge, 1983, cité dans

Duke *et al.*, 1999), est extrêmement faible et intermittent depuis 1972, soit depuis la construction du barrage Libby (Duke *et al.*, 1999).

Selon Duke *et al.* (1999), l'échec du recrutement est attribuable avant tout à la régularisation du débit. D'autres facteurs pourraient cependant aussi entrer en ligne de compte, comme la disparition et la dégradation accrues de l'habitat (à cause de la construction de digues) et la mauvaise qualité de l'eau. Comme les mâles frayent tous les 2-3 ans et les femelles environ tous les cinq ans, il se pourrait qu'il y ait eu pénurie de femelles pour la fraye certaines années (Duke *et al.*, 1999, Anders *et al.*, 2001). Lors des quelques années où on a observé la fraye, la mortalité post-fraye semble par ailleurs avoir été élevée.

FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES

À cause de sa maturation tardive, de la lenteur de sa croissance et de sa longévité élevée, l'esturgeon blanc est particulièrement vulnérable à la surpêche et aux changements de son environnement (Birstein, 1993; Echols, 1995; UCRRP, 2002). Sa vulnérabilité à la surpêche a d'ailleurs été dramatiquement illustrée par l'effondrement des populations qui a suivi de près les périodes de pression de pêche intense dans le Fraser et le Columbia à la fin du XIX^e siècle (Semakula et Larkin, 1968; UCRRP, 2002).

Les taux d'exploitation équilibrée (TEE) de diverses populations d'esturgeons blancs ont été établis. Echols (1995) a défini ce taux comme suit : $TEE = (PME) / (PME + \text{échappées})$, où la PME (production maximale équilibrée) est la récolte annuelle maximale qui ne nuit pas à la capacité d'un stock de se maintenir indéfiniment. Rieman et Beamesderfer (1990) ont estimé le TEE à 0,05 pour la population du cours inférieur du Columbia. Selon ces auteurs, il s'agit là du TEE maximum pour les espèces de poissons à forte longévité qui ont fait l'objet d'une récolte intensive par le passé. On a également estimé que dans ce genre de situation, un TEE de 0,15 provoquerait l'effondrement de la population. À l'heure actuelle, le taux de récolte semble se situer aux environs de 0,03 de la population pour les poissons dont la taille dépasse 60 cm (0,225 ou 40 000 poissons dans la gamme de taille légale d'environ 107 à 152 cm). En revanche, Lukens (1985) a estimé le TEE à 0,24 de la population dans la portion non aménagée de la rivière Snake, en Idaho. Deux autres études ont tenté d'estimer le TEE, mais leurs auteurs ont reconnu que leurs taux étaient basés sur des hypothèses problématiques; en effet, ils ont supposé qu'il y avait recrutement à partir d'un stock inexploité et que ce recrutement était indépendant de la densité, deux hypothèses jugées irréalistes (Echols, 1995). Ils ont ainsi estimé un TEE de 0,13 (fleuve Fraser; Semakula et Larkin, 1968) et de 0,32 (fleuve Columbia; DeVore *et al.*, 1993).

Nous ne possédons pour l'heure aucune donnée sur la mortalité attribuable à la pêche sportive avec remise à l'eau ou aux prises accessoires de la pêche commerciale du saumon, car aucune étude n'a été faite à ce sujet. On tente

actuellement de trouver des fonds pour étudier la mortalité attribuable à la pêche avec remise à l'eau dans le cours inférieur du Fraser. D'après l'étude de marquage-recapture réalisée dans ce tronçon du fleuve, la mortalité attribuable à cette cause serait relativement faible. Plus de 1 100 poissons ont été recapturés pendant l'évaluation de la population, dont un grand nombre (environ 110) à plus d'une reprise et plusieurs le même jour, sans préjudice manifeste (Nelson *et al.*, 2002). D'après une étude préliminaire sur la pêche au filet maillant pratiquée par les Premières Nations, la mortalité pourrait être de 10 à 14 p. 100 chez les esturgeons pris dans les filets; la grande majorité de ces poissons mesuraient entre 50 et 79 cm (T. Nelson., comm. pers.). Les prises accessoires déclarées par les pêcheurs des Premières Nations ont varié de 3 à 17 poissons conservés et de 1 435 à 2 312 poissons relâchés au cours des trois dernières années (B. Ennev, Pêches et Océans Canada, comm. pers.).

Le braconnage est aussi préoccupant dans le cours inférieur du Fraser. On ignore combien de poissons sont braconnés, mais les agents provinciaux chargés de l'application de la loi reçoivent régulièrement des appels signalant des activités de braconnage. Un article paru récemment dans un magazine local de pêche sportive (Pollon, 2002) donne quelques informations à ce sujet. Ainsi, le prix de la darne d'esturgeon atteindrait de 7 à 10 \$ la livre sur le marché noir à Vancouver, en Colombie-Britannique. À ce prix, un gros esturgeon a une valeur considérable. Des enquêtes récentes ont par ailleurs permis d'établir des liens entre le braconnage de l'esturgeon et la culture de la marijuana, ce qui ne manque pas de susciter des craintes quant à la participation active des milieux criminels. Une bande organisée de braconniers, connue pour sévir dans le nord-ouest de l'Amérique du Nord, a ainsi fourni à certains détaillants d'énormes quantités de caviar d'esturgeon blanc, dont la plus grande partie a été commercialisée sous le nom de caviar beluga (Waldman, 1995).

Les activités humaines ont aussi une incidence sur les populations d'esturgeons à cause des changements qu'elles provoquent dans l'habitat, notamment lors de la construction de barrages sur les cours d'eau et de la régularisation du débit, de la construction de digues, du dragage des chenaux et de l'extraction de gravier. Parmi les effets indirects de ces activités, mentionnons la contamination par les industries, les exploitations agricoles et les zones urbaines, de même que la modification de la composition spécifique dans les cours d'eau.

Les populations d'esturgeons du Columbia, de la Kootenay et de la Nechako ont été perturbées par les barrages (Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 2000; Anders *et al.*, 2001; Korman et Walters, 2001; UCRRP, 2002). L'altération de l'habitat associée à ces barrages semble avoir gravement limité ces populations. Les effets présumés de ces barrages sont très variés. Il s'agit notamment de changements dans la qualité de l'eau, dans le régime d'écoulement naturel, dans l'apport en éléments nutritifs, dans les habitats benthiques et dans la composition des communautés aquatiques (Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; RL&L, 2000; Anders *et al.*, 2001; Korman et Walters, 2001; UCRRP, 2002). Bien que la

modification des débits ait indéniablement eu une lourde incidence, on ne s'entend guère sur les mécanismes précis liés aux barrages qui limitent les populations d'esturgeons (Hildebrand *et al.*, 1999; Anders *et al.*, 2001; Korman et Walters, 2001).

Aucun barrage n'a été construit sur le chenal principal du Fraser, mais les populations d'esturgeons de ce bassin, comme celles des bassins du Columbia et de la Kootenay, ont sans doute été limitées par les activités humaines (Echols, 1995; Duke *et al.*, 1999; Hildebrand *et al.*, 1999; Nelson *et al.*, 2001; UCRRP, 2002). Dans le cours inférieur du fleuve, on a souvent construit des digues et chenalisé le lit pour accroître la superficie des terres cultivables et maîtriser les crues. On y drague aussi régulièrement les chenaux pour garder ouvertes les voies navigables et pour en extraire du gravier. En outre, vu la superficie imperméabilisée dans les zones urbaines, le ruissellement peut contribuer à la contamination des cours d'eau. Les effluents des usines de pâtes à papier ont d'ailleurs contaminé les esturgeons blancs du Fraser en aval de Prince George (MacDonald *et al.*, 1997). Les activités humaines affectent également d'autres espèces, dont des proies, des prédateurs et des compétiteurs importants pour l'esturgeon.

À défaut d'être gérée correctement, la nouvelle industrie de l'aquaculture commerciale pourrait également présenter d'autres risques d'ordre génétique, sanitaire et écologique pour les populations d'esturgeons sauvages. La province prépare actuellement une politique qui doit aborder la question et qui traitera notamment : 1) du confinement et de l'emplacement des établissements visant à empêcher tout contact direct des poissons sauvages avec les esturgeons d'élevage ou les effluents; 2) de la sécurité des établissements; 3) de la rigueur scientifique du prélèvement du cheptel reproducteur et de l'absence d'impact sur le rétablissement; 4) de la vente des poissons d'élevage, du caviar ou de la chair qui en sont issus afin d'éviter la création d'un marché pour l'esturgeon sauvage capturé illégalement.

IMPORTANCE DE L'ESPÈCE

Sur les plans scientifique et autres, la valeur de cette espèce vénérable et de grande taille pour notre patrimoine naturel ne peut être quantifiée. L'esturgeon blanc est le représentant d'une ancienne lignée en grande partie disparue, et dont presque toutes les espèces restantes sont en péril. Il a déjà eu une grande valeur commerciale et est encore hautement apprécié pour des raisons d'ordre social et culturel, tant sur le plan traditionnel que sur celui des loisirs. Certains peuples des Premières Nations récoltaient déjà l'espèce à des fins de subsistance longtemps avant l'arrivée des Européens (Echols, 1995; Cadden, 2000; UCRRP, 2002). On ne possède toutefois que très peu de données sur les pêches des Premières Nations; il est ainsi difficile de se faire une idée de l'effort de pêche visant seulement l'esturgeon, car les informations sur les prises concernent à la fois les saumons, la truite arc-en-ciel et l'esturgeon. D'après les données sur la pêche sportive en eau douce dans le cours inférieur du Fraser, le nombre de permis délivrés chaque année

aurait par ailleurs augmenté de 1 000 en 1986 à plus de 3 000 en 1991 (l'obtention d'un permis pour pêcher l'esturgeon n'était plus obligatoire après cette période).

Bien que la pêche pratiquée dans le cours inférieur du Fraser soit une pêche avec remise à l'eau, l'industrie du guidage est fort active dans la région. Une recherche sur Internet a en effet permis de trouver plus de 20 entreprises de guidage offrant des excursions de pêche à l'esturgeon pour un prix allant de 300 à 1 000 dollars par jour.

On a approuvé l'aquaculture commerciale de l'esturgeon blanc en Colombie-Britannique en 1998, après que le collège Malaspina, à Nanaimo, eut réussi à faire se reproduire plusieurs poissons prélevés dans des étangs privés. Les poissons obtenus ont été offerts en quantités limitées à des éleveurs commerciaux. La croissance de cette industrie repose toutefois sur l'accès à un nombre limité d'esturgeons blancs prélevés dans le milieu naturel. L'esturgeon blanc d'élevage commence à peine à arriver sur le marché de l'alimentation dans la vallée du bas Fraser. Il est raisonnable de présumer qu'à mesure que l'industrie croîtra, le commerce international des produits de l'esturgeon se développera.

PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS

Du côté étatsunien de la frontière, la pêche dans la Kootenai est fermée au Montana depuis 1979, et n'est autorisée qu'avec remise à l'eau en Idaho depuis 1984. Toute récolte est interdite dans la rivière depuis 1990. En Colombie-Britannique, dans le tronçon du Columbia situé en aval du barrage HLK, on impose aux pêcheurs sportifs la pêche avec remise à l'eau depuis 1993. L'année suivante, ce type de pêche a été imposé dans le reste de la province et on a interdit aux pêcheurs commerciaux de garder les prises accessoires. En 1994 également, la pêche a été entièrement fermée dans le bassin du Columbia en amont du barrage HLK, de même que dans le bassin de la Kootenay. Dans l'État de Washington, on impose la pêche avec remise à l'eau dans le cours supérieur du Columbia depuis 1995. En 1997, la portion canadienne du tronçon du Columbia en aval du barrage HLK a été fermée à toute pêche de l'esturgeon à la ligne. La Nechako et ses tributaires ont été fermés en 2000. La pêche de l'esturgeon à la ligne dans le cours supérieur du Columbia, dans le Washington, a été fermée en 2002.

En septembre 1994, en vertu de la *Endangered Species Act* de 1973 aux États-Unis, la population de la rivière Kootenai a été désignée comme en voie de disparition (*endangered*). Diverses études visant à mieux définir les UES sont en cours aux États-Unis. Le classement de l'esturgeon blanc dans les États adjacents est de S1 au Montana, S1 en Idaho et S3 au Washington. À l'échelle mondiale, l'IUCN a classé l'esturgeon blanc LR/nt (quasi-menacé).

L'esturgeon blanc figure dans l'Annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES), et le pays exportateur doit obtenir un permis d'exportation pour pouvoir faire passer l'espèce par une frontière internationale.

Des processus de rétablissement sont en cours pour toutes les populations. Les efforts de rétablissement visant les populations transfrontalières du cours supérieur du Columbia et de la Kootenay sont étroitement coordonnés avec ceux des agences étatsuniennes. Le plan de rétablissement de la population de la rivière Nechako devrait être prêt pour 2004. Celui visant la population du cours supérieur du Columbia est terminé. La planification du rétablissement des populations du Fraser en est aux stades préliminaires. Le plan de rétablissement de l'esturgeon blanc de la rivière Kootenai (terminé en 1999) a été élaboré sous la direction du Fish and Wildlife Service des États-Unis et en est aujourd'hui à la phase de mise en œuvre. Ces efforts de rétablissement ont mobilisé les gouvernements provinciaux et les administrations locales; les Premières Nations; des spécialistes de la biologie des esturgeons, de la pisciculture, du rétablissement des espèces en voie de disparition, des effets des barrages hydroélectriques et de la restauration des habitats; des intervenants du secteur public et de l'industrie; de même que des agences de réglementation et des organisations tribales étatsuniennes pour les cours d'eau transfrontaliers. Pour compenser l'insuffisance du recrutement, un établissement piscicole expérimental à vocation de conservation a été aménagé à Fort Steele, en Colombie-Britannique, pour l'esturgeon de la Kootenay et du Columbia. Cet établissement, conçu à l'origine comme une installation d'appoint pour le site exploité par la tribu Kootenai, à Bonner's Ferry, en Idaho, pour les esturgeons de la rivière Kootenai (Kootenay), s'occupe aussi aujourd'hui des esturgeons blancs du cours supérieur du Columbia. Le premier lâcher de juvéniles de la rivière Kootenai (Kootenay) a eu lieu près de Bonner's Ferry à l'automne 2000. Le site de lâcher actuel se trouve dans la rivière Kootenay, près de Creston, en Colombie-Britannique. Les premiers juvéniles du cours supérieur du Columbia ont été lâchés en 2002 depuis une installation temporaire située à Hill Creek, en Colombie-Britannique. Le rétablissement de ces populations est une entreprise de longue haleine, et ce n'est sans doute pas avant 50 ans qu'on pourra observer un recrutement important de poissons adultes se reproduisant dans la nature et une distribution par âge stable.

RÉSUMÉ DU RAPPORT DE SITUATION

Au Canada, on trouve l'esturgeon blanc en Colombie-Britannique, dans les bassins du Fraser, du Columbia et de la Kootenay. L'espèce a connu un déclin démographique causé par la surpêche historique, de même que par la disparition et la dégradation de son habitat. D'après les données sur les caractéristiques génétiques, le cycle biologique et les déplacements, la province compte six populations : trois dans le chenal principal du Fraser (cours inférieur, moyen et supérieur) et une dans un de ses importants affluents (la rivière Nechako); une dans le bassin du Columbia; et une dernière dans le bassin de la rivière Kootenay. La

population du cours inférieur du Fraser ne s'est pas remise de la surpêche pratiquée au tournant du siècle dernier. Trois populations fréquentant des cours d'eau régularisés courrent de graves dangers, car les jeunes n'arrivent jamais à atteindre le stade adulte. Presque tous les esturgeons des bassins de la Nchako, du Columbia et de la Kootenay sont des adultes âgés; lorsque ces poissons meurent, ils ne sont pas remplacés par des jeunes. La longévité de l'espèce pourrait être la seule raison pour laquelle on la trouve encore dans certaines parties de l'aire de répartition historique. Des équipes de rétablissement ont été mises sur pied pour tenter de comprendre les échecs de recrutement. Le plan de rétablissement de la population de la rivière Kootenai (élaboré sous l'égide de la *Endangered Species Act*, aux États-Unis) en est à la phase de mise en œuvre. Celui de la population du cours supérieur du Columbia est terminé, et celui de la Nchako devrait l'être en 2004. La planification du rétablissement de ces populations a mobilisé les gouvernements provinciaux et les administrations locales; les Premières Nations; des spécialistes de la biologie des esturgeons, de la pisciculture, du rétablissement des espèces en voie de disparition, des effets des barrages hydroélectriques et de la restauration des habitats; des intervenants du secteur public et de l'industrie; de même que des agences de réglementation et des organisations tribales étatsuniennes pour ce qui est du Columbia. Le plan de rétablissement des groupes du Fraser en est aux étapes préliminaires.

RÉSUMÉ TECHNIQUE (par population)

Acipenser transmontanus
Esturgeon blanc
Zone d'occurrence au Canada : Colombie-Britannique

White Sturgeon

Populations d'importance nationale proposées (voir la figure 5 pour la zone d'occurrence) :

SP1: Cours inférieur du Fraser – en aval de Hell's Gate (km 211)

SP2: Cours moyen du Fraser – entre Hell's Gate et Prince George (du km 212 au km 790)

SP3: Cours supérieur du Fraser – en amont de Prince George (du km 790 au km 1042)

SP4: Rivière Nechako (affluent du Fraser)

SP5: Cours supérieur du Columbia

SP6: Rivière Kootenay

Information sur la répartition	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
• Zone d'occurrence (km ²) (voir le tableau 1)	2 360	9 700	2 970?	10 720	12 190	6 780
• Préciser la tendance.	Stable?	Stable?	Stable	En déclin	En déclin	En déclin
• Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occurrence?	Non	Non	Non	Non	Non	Non
• Zone d'occupation (km ²) (voir le tableau 1)	500	980	70	470	440	480
• Préciser la tendance.	En déclin	Stable?	Stable	En déclin	En déclin	En déclin
• Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation?	Non	Non	Non	Non	Non	Non
• Nombre d'emplacements existants	1	1	1	1	3	2
• Préciser la tendance du nombre d'emplacements.	Incertaine	Stable?	Stable	En déclin	En déclin	En déclin
• Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'emplacements?	Non	Non	Non	Non	Non	Non
• Tendance de l'habitat : préciser la tendance de l'aire, de l'étendue ou de la qualité de l'habitat.	En déclin	Stable?	Stable	En déclin	En déclin	En déclin

Information sur la population

<ul style="list-style-type: none"> • Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population) en années. 	= 30-35	= 35-40	= 40	= 40	= 30-35	= 30
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre d'individus matures (voir le tableau 2) <p>N.B. Tous les individus matures ne participent pas à la fraye chaque année. Les sex-ratios de toutes les populations sont $> 1:1$, et les femelles ne se reproduisent qu'une fois tous les 4-9 ans ou moins. (Voir dans le texte la section Biologie – Reproduction)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de femelles matures <p>* Malgré la présence de femelles en mesure de se reproduire, il n'y a aucun recrutement dans ces populations.</p>	4650	749	185	457	942	752
<ul style="list-style-type: none"> • Tendances de la population totale <p>p. 100 de déclin au cours des 10 dernières/prochaines années, ou sur 3 générations, selon le plus élevé.</p>	= 1500 < 100	= 90 < 10	= 60 < 10	= 150 < 15*	= 400 < 15*	= 380 < 40*
<ul style="list-style-type: none"> • Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures? <p>La population totale est-elle gravement fragmentée?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Préciser la tendance du nombre de populations. • Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations? • Préciser la tendance du nombre de populations (en déclin, stable, en croissance, inconnue). 	En déclin Peut-être ≈ 50 p. 100 (au cours des 100 dernières années)	Inconnue Inconnu Inconnu	Inconnue Inconnu Inconnu	En déclin Important, mais p. 100 indéterminé depuis les années 1960. 83 p. 100 prévu pour les 25 prochaines années Non	En déclin Semblable à SP4	En déclin Semblable à SP4 et SP5.
Oui, historique Incertain	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Stable Non	Stable Non	Stable Non	Stable Non	Stable Non	En déclin En déclin Non	En déclin En partie En déclin Non

• Enumérer chaque population et donner le nombre d'individus matures dans chacune.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	En aval du barrage HLK jusqu'à la frontière É.-U = 1427; lacs Arrow = 42; Slocan = 5	Du lac Kootenay au chutes Kootenai = 750; Réservoir Duncan = 25
------------------------------------------------------------------------------------	------	------	------	------	--------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats) – voir le Résumé technique pour l'espèce comme telle.

Effet d'une immigration de source externe	Faible	Minimal	Minimal	Nul	Nul	Nul
<i>État des populations de l'extérieur du Canada. L'état de toutes les populations nord-américaines est semblable à celui des populations canadiennes, sauf dans le cours inférieur du Columbia, et pourrait donc assurer une immigration dans la population SP1.</i>						
• Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Oui	Peu probable	Peu probable	Non	Non	Non
• Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre à l'endroit en question?	Oui	Inconnu	Inconnu	S.O.	S.O.	S.O.
• Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible pour les individus immigrants à l'endroit en question?	Oui	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
• Une immigration de source externe est-elle probable?	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Analyse quantitative	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.

RÉSUMÉ TECHNIQUE

(pour l'espèce)

Acipenser transmontanus

Esturgeon blanc

White Sturgeon

Bassins du Fraser et du Columbia – Colombie-Britannique

Information sur la répartition	
• Zone d'occurrence (voir le tableau 1)	44 720 km ²
• Préciser la tendance.	En déclin
• Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occurrence?	Non
• Zone d'occupation (voir le tableau 1)	2 870 km ²
• Préciser la tendance.	En déclin
• Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation?	Non
• Nombre d'emplacements existants ou présumés (voir plus haut, figures 2 et 5)	6
• Préciser la tendance du nombre d'emplacements.	En déclin et déclin prévu dans 3 emplacements où il n'y a aucun recrutement à la maturité.
• Nombre d'emplacements historiques d'où l'espèce a disparu.	Peut-être 1
• Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans le nombre d'emplacements?	Non
• Tendance de l'habitat : préciser la tendance de l'aire, de l'étendue ou de la qualité de l'habitat.	En déclin
Information sur la population	
• Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population).	≈ 35 ans
• Nombre d'individus matures (capables de se reproduire). Voir le tableau 2. Le recrutement est nul dans SP4-6. N.B. Tous les individus matures ne participent pas à la fraye chaque année. Les sex-ratios de toutes les populations sont > 1:1, et les femelles ne se reproduisent qu'une fois tous les 4-9 ans ou moins. (Voir dans le texte la section Biologie – Reproduction)	< 9 000
• Nombre de femelles matures	< 2 600
• Nombre de femelles en mesure de se reproduire au cours d'une année donnée.	< 200
• Tendances de la population totale	En déclin – échec du recrutement et perte des individus plus âgés.
• p. 100 de déclin au cours des 10 dernières/prochaines années, ou sur 3 générations, selon le plus élevé	> 50 p. 100 sur les 3 dernières générations; estimé à ≈20 p. 100 pour la prochaine génération.
• Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans le nombre d'individus matures?	Au cours du siècle dernier à cause de la surpêche.
• La population totale est-elle gravement fragmentée?	Oui
• Préciser la tendance du nombre de populations	Les populations continueront à décliner si les conditions pour SP-4-6 ne sont pas stabilisées.

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?</i> • <i>Enumérer chaque population et donner le nombre d'individus matures dans chacune.</i> <p>N.B. Tous les individus matures ne participent pas à la fraye chaque année. Les sex-ratios de toutes les populations sont > 1:1, et les femelles ne se reproduisent qu'une fois tous les 4-9 ans ou moins. (Voir dans le texte la section Biologie – Reproduction)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Nombre de femelles matures</i> • <i>Nombre de femelles en mesure de se reproduire au cours d'une année donnée.</i> <p>* Malgré la présence de femelles en mesure de se reproduire, il n'y a aucun recrutement dans ces populations.</p>	Non SP1 – Cours inférieur du Fraser = 7650 SP2 – Cours moyen du Fraser = 749 SP3 – Cours supérieur du Fraser = 185 SP4 – Rivière Nechako = 457 SP5 – Cours supérieur du Columbia = 942 SP6 – Rivière Kootenay = 752 SP1 ≈ 1500 (< 100) SP2 ≈ 90 (< 10) SP3 ≈ 60 (< 10) SP4 ≈ 150 (< 15)* SP5 ≈ 400 (< 15)* SP6 ≈ 380 (< 40)*
Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)	
Réelles (avec impacts majeurs)	
<ul style="list-style-type: none"> - surpêche historique; - construction de barrages et modifications subséquentes de l'habitat et de l'écosystème; - disparition ou dégradation de l'habitat à cause de l'élimination des milieux humides, de la construction de digues, de la chenalisation, du dragage, de l'extraction de gravier et de la contamination; - braconnage et prises accessoires. 	
Imminentes	
<ul style="list-style-type: none"> - construction de nouveaux barrages; - perte ou dégradation futures de l'habitat à cause de l'élimination des milieux humides, de la construction de digues, de la chenalisation, du dragage, de l'extraction de gravier et de la contamination - le marché noir peut avoir une incidence sur le braconnage; - menace potentielle de l'industrie émergente de l'aquaculture commerciale, si elle n'est pas correctement gérée (préoccupations au sujet de l'emplacement et du confinement des installations, de la sécurité, de l'accès au stock de géniteurs sauvages ou de l'importation de stocks non indigènes, et de la possibilité de masquer ou d'encourager le marché des poissons capturés illégalement ou des produits qui en sont dérivés). 	
Effet d'une immigration de source extérieure	Négligeable
<i>Etat des populations de l'extérieur du Canada. (Voir plus bas.) L'état de toutes les populations nord-américaines est semblable à celui des populations canadiennes, sauf dans le cours inférieur du Columbia, et pourrait donc assurer une immigration dans la population SP1.</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?</i> 	Peu probable; faible probabilité dans le cours inférieur du Fraser (SP1) seulement.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre à l'endroit en question?</i> 	Peut-être dans le cours inférieur du Fraser.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible pour les individus immigrants à l'endroit en question?</i> 	Possibilité dans le cours inférieur du Fraser.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Une immigration de source externe est-elle probable?</i> 	Non
Analyse quantitative	S.O.
Statut actuel	

COSEPAC – Espèce préoccupante, 1990	
Autres	
<ul style="list-style-type: none"> • CITES – Annexe II • États-Unis – Espèce protégée (<i>Protected Species, Endangered Species Act</i>) • Canada – Espèces sauvages 2000 – Classement national – 2; Classement provincial – 3 • Colombie-Britannique – Liste bleue (= SC) 	
Classement de The Nature Conservancy	
<ul style="list-style-type: none"> • Échelle mondiale – G3 • Échelle nationale <ul style="list-style-type: none"> États-Unis – N4 Canada – N2 • Échelle régionale <ul style="list-style-type: none"> États-Unis – AK – S3S4, AZ – SEH, CA – S4, ID – S1, MT – S1, OR – S2, WA – S3BS4N Canada – C.-B. – S3 	
SSE des poissons d'eau douce, novembre 2003	

Statut et justification de la désignation

Statut : Espèce en voie de disparition	Code alphanumérique : A2(c-e), 4(b-e)
Justification de la désignation : Espèce dont la durée de vie est longue, dont la durée de génération est de 30 à 40 ans et dont la maturité est tardive, qui a connu un déclin de plus de 50 p. 100 au cours des trois dernières générations. Trois des six populations sont en danger imminent de disparition du pays. Les populations restantes sont menacées par la dégradation et la perte de l'habitat attribuables aux barrages, aux retenues, à la canalisation, à la construction de digues et à la pollution. La pêche illégale (braconnage) et les prises accessoires sont aussi des facteurs limitants. En outre, l'industrie en évolution de l'aquaculture commerciale pourrait aussi poser des risques supplémentaires en matière de génétique, de santé et d'écologie pour les populations sauvages.	
Application des critères	
A1 – La pêche commerciale historique a cessé en 1915, mais on soupçonne qu'il y a encore du braconnage; d'autres facteurs limitatifs entreraient aussi en ligne de compte. Il est donc problématique d'appliquer les conditions du critère A1.	
A2(c-e) – Une population (SP1) a décliné de plus de 50 p. 100 au cours des 100 dernières années. Nous ne disposons d'aucune information sur les tendances des populations SP2 et SP3, mais les trois autres (SP4-6) ont connu des déclins importants depuis les années 1960, sans donner par ailleurs aucun signe de rétablissement. Les projections pour ces 3 populations prévoient un déclin supérieur à 83 p. 100 dans moins d'une génération. Le déclin global au cours des 100 dernières années a été considérable (> 50 p. 100). On a observé une diminution marquée de la quantité et de la qualité de l'habitat partout dans l'aire de répartition, et le braconnage et les prises accessoires demeurent des facteurs limitants. Dans certaines régions, la pollution a contaminé l'habitat et provoqué dans les assemblages d'espèces des changements qui ont eu des impacts sur les relations prédateur-proie de même que sur la compétition inter et intraspécifique.	
A3 – S.O. On ne possède aucune information sur le déclin prévu sur 3 générations. Nous savons par contre que le taux global de déclin devrait être de l'ordre de 20 p. 100 dans la prochaine génération et que 3 populations déclineront de plus de 83 p. 100 au cours de la même période. Il faut faire trop d'hypothèses pour appliquer le critère.	

A4 (a – e) – Déclin global > 50 p. 100 sur les trois dernières générations. Le déclin se poursuit et devrait être de l'ordre de 20 p. 100 sur les 25 prochaines années (< 1 génération). Une population a décliné de plus de 50 p. 100 au cours des 100 dernières années (< 3 générations) et, bien que nous ne possédions pas vraiment d'estimations du déclin des populations SP4-6, nous savons qu'il y a eu un déclin historique (significatif) de l'effectif depuis les années 1960 et que ce déclin se poursuit et devrait être de l'ordre de 83 p. 100 ou plus sur la prochaine génération. Il ne semble pas y avoir de recrutement dans ces populations à l'heure actuelle. Les populations sont fragmentées à cause de la réduction, de la dégradation et de la contamination de l'habitat, et pourraient faire l'objet d'une exploitation illégale (braconnage). Une industrie de l'aquaculture commerciale en développement pourrait aussi faire courir d'autres risques d'ordre génétique, sanitaire et écologique aux populations sauvages.

B – Ne répond pas au critère B parce que la taille de la zone d'occurrence et de la zone d'occupation dépasse les limites minimales.

C – Ne répond pas rigoureusement au critère étant donné que le nombre d'individus matures dépasse 10 000. Toutefois, il faut souligner que moins de 2 600 de ces individus sont des femelles, que la population de génitrices effectives est inférieure à 260, et qu'il n'y a aucun recrutement dans les populations SP4-6. Le déclin global devrait être supérieur à 10 p. 100 et inférieur à 20 p. 100 sur la prochaine génération. Les populations sont fragmentées et plus de 70 p. 100 des individus matures sont dans la population SP1.

D – S.O. Le nombre d'individus matures et le nombre d'emplacements dépassent les valeurs seuils.

E – S.O. Les données sont insuffisantes pour faire une analyse quantitative.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent exprimer leur reconnaissance à leur gestionnaire, Ted Down, pour son soutien et ses précieux conseils. Ils voudraient également remercier Steve McAdam, Dave Fraser, Marvin Rosenau, Clyde Murray et d'autres examinateurs anonymes pour leurs judicieuses observations sur les diverses versions du rapport, ainsi que Patricia Woodruff pour la relecture d'épreuves. Ils sont aussi infiniment reconnaissants à John Nelson et Christian Smith de leur avoir permis d'utiliser leur illustration des résultats pour l'ADNmt. Ils remercient également Grant Feist de leur avoir permis d'utiliser des données préliminaires inédites. Merci aussi à Troy Nelson et à la Fraser River Sturgeon Conservation Society d'avoir partagé leurs données sur la population du cours inférieur du Fraser. Ils tiennent par ailleurs à remercier Jason Yarmish de leur avoir fourni un rapport provisoire sur le groupe du cours supérieur du Fraser et d'avoir partagé avec eux ses connaissances sur l'esturgeon blanc de ce cours d'eau. Colin Spence a su répondre avec pertinence aux questions sur l'esturgeon de la rivière Kootenay et du cours supérieur du Columbia et a fourni la figure 3. Les auteurs remercient enfin Gail Harcombe pour l'aide qu'elle leur a apportée pour les figures.

La préparation de ce rapport de situation a été financée par le ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique.

OUVRAGES CITÉS

Ashley, K., L.C. Thompson, D. Sebastian, D.C. Lasenby, D.K. Smokorowski et H. Andrusak 1999. Restoration of kokanee salmon in Kootenay Lake, a large intermontaine lake, by controlled seasonal application of limiting nutrients. *Aquatic Restoration in Canada*. Sous la direction de T. Murphy et M. Munawar. Ecovision World Monograph Series, Backhuys Publishers, Leiden, Pays-Bas. Pages 127-169.

Anders, P.J., et L.G. Beckman. 1993. Location and timing of white sturgeon spawning in three Columbia River impoundments. Report B. Pages 46-60. In R.C. Beamesderfer et A.A. Nigro [éd.]. Volume I, Status and habitat requirements of white sturgeon populations in the Columbia River downstream from McNary Dam. Rapport final présenté à la Bonneville Power Administration, Portland, Oregon

Anders, P.J., D.L. Richards et M.S. Powell. 2001. The first endangered white sturgeon population: repercussions in an altered large river-floodplain ecosystem.

Apperson, K.A., et P.J. Anders. 1991. Kootenai River white sturgeon investigations and experimental culture Annual Progress Report 1990. Rapport préparé pour la Bonneville Power Administration, Portland, Oregon. DOE/BP 93497-2. 67 p.

Beamesderfer, R.C.P., et R.A. Farr. 1997. Alternatives for the protection and restoration of sturgeons and their habitat. *Environmental Biology of Fishes* 48:407-417.

Bennett, W.R., G. Edmondson, E.D. Lane et M. Rosenau. 1998. Juvenile white sturgeon habitat and distribution in the lower Fraser River, downstream of Hope, B.C., Canada. Manuscrit présenté au Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques. 23 p.

Beer, K.E. 1981. Embryonic and larval development of the white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Mémoire de maîtrise en sciences, U.C. Davis, Davis, California. 93 p.

Birstein, V. J. 1993. Sturgeons and paddlefishes: threatened fishes in need of conservation. *Conservation Biology* 7: 773-787.

Brannon, E., A. Setter, M. Miller, S. Brewer, G. Winans, F. Utter, L. Carpenter et W. Hershberger. 1986. Columbia River white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) population genetics and early life history study. Final Report. Project 83-316. Contract No. DE-A179-84BP18952.

Brennan, J.S., et G.M. Cailliet. 1989. Comparative age-determination techniques for white sturgeon in California. *Transactions of the American Fisheries Society* 118: 296-310.

Brown, J.R., A.T. Beckenback et M.J. Smith. 1992. Influence of Pleistocene glaciations, and human intervention upon mitochondrial DNA diversity in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) populations. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 49: 358-367.

Cadden, V. 2000. Review of historical white sturgeon distribution within the Nechako River Watershed. Norcan Consulting Ltd. Rapport préparé pour le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, Prince George (C.-B.). 46 p.

Campbell, R.W., N.K. Dawe, I. McTaggart-Cowan, J.M. Cooper, G.W. Kaiser, A.C. Stewart et M.C.E. McNall. 2002. Birds of British Columbia, Volume 4, Passerines Wood Warblers through Old World Sparrows. UBC Press, Vancouver (C.-B.). 68 p.

Cannings, S.G., et J. Ptolemy. 1998. Rare freshwater fish of British Columbia. Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.) Pages 6-17.

Conte, F.S., I. Doroshov, P. Lutes et E.M. Strange. 1988. Hatchery manual for the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson with application to other North American Acipenseridae. Publication 3322 Cooperative Extension University of California Division of Agriculture and Natural Resources. 104 p.

Counihan, T.D., A.I. Miller, M.G. Mesa et M.J. Parsley. 1998. The effects of dissolved gas supersaturation on white sturgeon larvae. *Transactions of the American Fisheries Society* 127(2): 316-322.

Craig, J.A., et R.L. Hacker. 1940. The history and development of the fisheries of the Columbia. *U.S. Bureau of Fisheries Bull.* 49(32):132-216.

DeVore, J.D., B.W. James, C.A. Tracy et D.H. Dale. 1993. Dynamics and potential production of white sturgeon in the Columbia River downstream from Bonneville Dam. In R.C. Beamesderfer et A.A. Nigro (éd.), Status and habitat requirements of white sturgeon populations in the Columbia River downstream from McNary Dam. Rapport d'étape annuel. Bonneville Power Administration, Contract DE-AI79-86BP63584. Portland, OR.

DeVore, J.D., B.W. James, D.R. Gilliland, B.J. Cady. 1999. White sturgeon mitigation and restoration in the Columbia River and Snake River upstream from Bonneville Dam. Report B. Washington Dept. Fish and Wildlife, rapport préparé pour la Bonneville Power Administration, Portland OR. 34 p.

Dixon, B.M. 1986. Age, growth and migration of white sturgeon in the Nechako and upper Fraser Rivers of British Columbia. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. Fisheries Technical Circular n° 70: 27 p

Duke, S.D., P. Anders, G. Ennis, R. Hallock, J. Hammond, S. Ireland, J. Laufle, R. Lauzier, L. Lockhard, B. Marotz, V.L. Paragamian et R. Westerhof. 1999. Recovery plan for Kootenai River white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Journal of Applied Ichthyology 15: 157-163.

Echols, J.C. 1995. Review of Fraser River white sturgeon. Plan d'action du Fraser, Groupe de gestion des pêches et ministère des Pêches et des Océans du Canada. 33 p.

Environnement Canada. 1996. L'état de l'environnement au Canada. Chapitre 3 L'estuaire du Fraser, un habitat de la sauvagine. <http://www.ec.gc.ca/soer-ree/Francais/SOER/1996report/Doc/1-6-3-9-3-1.cfm>

Eulachon Research Council. 1998. Notes sommaires de réunions. 10 mars, Terrace, et 12 mars, Vancouver (C.-B.) 19 p.

Failing, L., et R. Gregory. 2003. Discussion Paper: Using traditional ecological knowledge to improve water use planning decisions – Final Report. Compass Resource Management and Value Scope Research. 56 p.

Foley, P. 1995. Note de service. Diagnostic features useful for differentiating sturgeon of California. Tiré de : Aquaculture and Fisheries Program in Veterinary Medicine at University California, Davis, CA. 2 p.

Foster, E.P., M.S. Fitzpatrick, M.A.H. Webb, G.W. Feist, D.T. Gundersen, C.B. Schreck A.G. Maule et W.L. Gale. 2002. Mainstem/system wide water quality summary. Preliminary Results of ongoing work on impounded sections of the Columbia River. 3 p.

French, T. 2001. Expansion of the Nechako River's macrophyte community: response to nutrient loading and/or flow reductions? Présentation à la Nechako River White Sturgeon Recovery Team. Prince George (C.-B.) 26 juin 2001.

Gadomski, D.M., M.J. Parsley, D.G. Gallion et P. Kofoot. 2001. White sturgeon mitigation and restoration in the Columbia and Snake rivers upstream from Bonneville Dam. In D.L. Ward (éd.), rapport d'étape annuel présenté à la Bonneville Power Administration (Project 86-50). Portland, Oregon, U.S.A. pages 48-113

Giorgi, A. 1993. The status of the Kootenai River white sturgeon. Rapport préparé pour le Pacific Northwest Utilities Conference Committee. Septembre 1993.

Hanson, D.L., T.G. Cochraner, J.D. DeVore, H.E. Forner, Jr., T.T. Kisanuki, D.W. Kohlhorst, P. Lumley, G. McCabe, Jr., A.A. Nigro, S. Parker, D. Swartz et A. VanVooren. 1992 (cité dans Echols, 1995). White sturgeon management framework plan. Pacific States Marine Fisheries Commission. Portland, OR.

Hildebrand, L., C. McLeod et S. McKenzie. 1999. Status and management of white sturgeon in the Columbia River in British Columbia, Canada: an overview. *Journal of Applied Ichthyology* 15:164-172.

Inglis, S.D., et M. Rosenau. 1994. Non-tidal sturgeon angler fishery of the Lower Fraser River – angler card analysis. *Regional Fisheries Rep. No. LM241*. Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, Surrey (C.-B.) 64 p.

Jager, H.I., J.A. Chandler, K.B. Lepla et W. Van Winkle 2001. A theoretical study of river fragmentation by dams and its effects on white sturgeon populations. *Environmental Biology of Fishes* 60:347-361.

Kohlhorst, D.W., L.W. Botsford, J.S. Brennan et G.M. Cailliet. 1991. Aspects of the structure and dynamics of an exploited central California population of white sturgeon. In P. Williot (éd.). *Actes du Premier symposium international sur l'esturgeon*. 3-6 octobre 1989, Bordeaux, France. Pages 277-293.

Korman, J., et C. Walters 2001. Nechako River white sturgeon recovery planning: summary of stock assessment and October 2-3, 2000 workshop. Rapport préparé pour le ministère des Pêches de la Colombie-Britannique, 30 mars.

Lane, E.D. 1991. Status of the white sturgeon in Canada. *The Canadian Field Naturalist* 105:161-168.

Lane, E.D., et M.L. Rosenau. 1995. The conservation of sturgeon stocks in the lower Fraser River watershed. A baseline investigation of habitat, distribution, age and population of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in the lower Fraser River, downstream of Hope (C.-B.) Habitat Conservation Fund Project – Final Report. 153 p.

Lukens, J.R. 1985. Hell's Canyon white sturgeon investigations. Idaho Dept. Fish and Game, River and Stream Investigations, Job Performance Rep., Federal Aid Project No. F-73-R-7. Idaho Dept. Fish and Game, Boise, ID.

MacDonald, D.D., M.G. Ikonomou, A. Rantalaine, H. Rodgers, D. Sutherland et J. Van Oostdam. 1997. Contaminants in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) from the upper Fraser River, British Columbia, Canada. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 16(3):479-490.

McAdam, S. 1995. Report on the mortalities of Fraser River white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) during the summer-fall period of 1993-94. Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, Surrey (C.-B.). 12 p.

McPhail, J.D., et R. Carveth. 1992. A foundation for conservation: the nature and origin of the freshwater fish fauna of British Columbia. *Produit pour le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique*, Victoria (C.-B.). 39 p.

McPhail, J.D., et R. Carveth. 1993. Field key to the freshwater fishes of British Columbia. Fish Museum, Department of Zoology, UBC, Vancouver (C.-B.).

Nelson, J., C. Smith, E. Rubidge et B. Koop. 1999. Genetic analysis of D-loop region and microsatellite DNA of white sturgeon from British Columbia – population structure and genetic diversity. Préparé pour le ministère des Pêches de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.). 41p.

Nelson, T.C., B.E. Baxter et A.C. Blakley 2001. Fraser River white sturgeon: an annotated bibliography and review of data sources. Rapport préparé par LGL Limited Environmental Research Associates, Sidney (C.-B.) pour le ministère des Pêches de la Colombie-Britannique.

Nelson, T. C., K. K. English et W. J. Gazey. 2002 . Status of white sturgeon in the lower Fraser River. Présentation préparée pour la Fraser River Sturgeon Conservation Society, Vancouver (C.-B.), par LGL Limited environmental research associates, Crescent Beach (C.-B.)

Northcote, T.G.. 1973. Some impacts of man on Kootenay Lake and its salmonids. Commission des pêches des Grands Lacs. Rapport technique n° 2.

Paragamian, V.L., G. Kruse et V. Wakkinen. 1997. Kootenai River white sturgeon Investigations. Annual Progress Report FY 1996. Préparé pour le U.S. Department of Energy, Bonneville Power Administration. Contract No. DE-AI79-88BP93497; Project No. 88-6.

Paragamian, V.L., G. Kruse et V. Wakkinen. 2001. Spawning habitat of Kootenai River white sturgeon post-Libby Dam. North American Journal of Fisheries Management 21:22-33.

Paragamian, V.L., et R.C.P. Beamesderfer. 2003. Growth estimates from tagged white sturgeon suggest that ages from fin rays underestimate true age in the Kootenai River, USA and Canada. Transactions of the American Fisheries Society 132:895-903.

Paragamian, V.L., R.C.P. Beamesderfer et S.C. Ireland (en cours de rédaction). Status, population dynamics, and future prospects of and endangered Kootenai river sturgeon population with and without hatchery intervention.

Parsley, M.J., L.G. Beckman et G.T. McCabe Jr. 1993. Spawning and rearing habitat use by white sturgeon in the Columbia River downstream of McNary Dam. Transactions of the American Fisheries Society 122:217-227.

Partridge, F. 1983. River and stream investigations. Idaho department of Fish and Game, Federal Aid to Fish and Wildlife Restoration, Project F-73-R-5, subproject IV, Study VI: Kootenai Riser Fisheries Investigations. 94 p.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer. 39: 175-192.

Perrin, C.J., A. Heaton et M.A. Laynes. 1999. White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) spawning habitat in the lower Fraser River, 1998. Rapport préparé par Limnotek Research and Development Inc. pour le ministère des Pêches de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.). 53 p.

Perrin, C.J., A. Heaton et M.A. Laynes. 2000. White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) spawning habitat in the lower Fraser River, 1999. Rapport préparé par Limnotek Research and Development Inc. pour le ministère des Pêches de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.). 72 p.

Perrin, C.J., L.L. Rempel et M.L. Rosenau 2003. White sturgeon spawning habitat in an unregulated River: Fraser River, Canada. *Transactions of the American Fisheries Society* 132: 154-165

Pollard, S.M. 2000. Fraser River white sturgeon genetic results – implications to stock structure. *Manuscrit inédit. Conservation Section, ministère des Pêches de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.).* 4 p.

Richardson, J.S., T.J. Lissimore, M.C. Healey et T.G. Northcote. 2000. Fish communities of the lower Fraser River (Canada) and a 21-year contrast. *Environmental Biology of Fishes*, 59: 125-140.

Rieman, B.C., et R.C. Beamesderfer. 1990. White sturgeon in the lower Columbia River: is the stock over-exploited? *North American Journal of Fisheries Management* 10:388-396.

RL&L Environmental Services Ltd. 1994. Status of white sturgeon in the Columbia River, B.C. *Rapport présenté à B.C. Hydro.*

RL&L Environmental Services Ltd. 1995. White sturgeon in the Columbia River, B.C. 1994 study results. *Rapport préparé pour BC Hydro, Environmental Affairs, Vancouver (C.-B.) R.L.&L. Rapport n° 377D.* 74 p. + 4 app.

RL&L Environmental Services Ltd. 1996a. Columbia River white sturgeon investigations – 1995 study results. *Rapport préparé pour BC Hydro, Kootenay Generation, Vancouver (C.-B.) et le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, Région de Nelson. R.L.&L. Rapport n° 96-377D.* 93 p. + 6 app.

RL&L Environmental Services Ltd. 1996b. Investigations of white sturgeon populations in Revelstoke and Kinbasket reservoirs, 1995 data report. *Rapport préparé pour le ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique, Nelson (C.-B.) R.L.&L. Rapport n° 468cF.* 10 p. + 1 app.

RL&L Environmental Services Ltd. 2000. Fraser River white sturgeon monitoring program comprehensive report (1995 to 1999). *Préparé pour le ministère des Pêches de la Colombie-Britannique. Victoria (C.-B.).* 94 p.

Rochard, E., G. Castelnau et M. Lepage. 1990. Sturgeons (Pisces: Acipenseridae); threats and prospects. *Journal of Fish Biology* 37(Supplement A):123-132.

Rood, K.M., et C.R. Neill. 1987. A study of some aspects of the geomorphology of the Nechako River. *Préparé pour Pêches et Océans Canada, 1090 West Pender, Vancouver (C.-B.) DSS file #FP501-6-0142/01-SB.* 156 p.

Rosenau, M.L., et M. Angelo. 2000. Sand and gravel management and fish habitat protection in British Columbia salmon and steelhead streams. *Background Paper No. 200/3, préparé pour le Conseil pour la conservation des ressources halieutiques du Pacifique.*

Scott, W.B., et E.J. Crossman. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada, Bulletin 184. Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Ottawa, Canada.*

Semakula, S.N., et P.A. Larkin. 1968. Age, growth, food, and yield of the white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) of the Fraser River, British Columbia. *Office des recherches sur les pêcheries du Canada 25 (12): 2589-2602.*

Slack, T., et D. Stace-Smith. 1996. Distribution of the green sturgeon rarely seen in British Columbia waters. *Cordillera* 3(1):39-43.

Smith, C.T. 2002. Molecular genetic markers and the conservation of anadromous fishes at broad and local scales: coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) as case studies. Thèse de doctorat, Département de biologie, Université de Victoria , Victoria (C.-B.). 128 p.

Smith, C.T., R.J. Nelson, S. Pollard, E. Rubridge, S.J. McKay, J. Rodzen, B. May et B. Koop. 2002. Population genetic analysis of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) in the Fraser River. *Journal of Applied Ichthyology* 18: 307-312.

Spitsbergen, J.M., M.K. Walker, J.R. Olson et R.E. Peterson. 1991 (cité dans MacDonald et al., 1997). Pathologic alterations in the early life stages of lake trout, *Salvelinus namaycush*, exposed to 2,3,7,8,-tetrachlorodibenzo-p-dioxin as fertilized eggs. *Aquatic Toxicology* 19:41-72.

Sulak K.J., et M. Randall. 2002. Understanding sturgeon life history: Enigmas, myths, and insights. *Journal of Applied Ichthyology* 18:519-528.

Swiatkiewicz, V.J. 1992. Lower Fraser River white sturgeon studies from 1985-1987. Regional Fisheries Report No. LM209. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. Fish and Wildlife Management, Surrey (C.-B.). 40 p.

UCRRP 2002. Draft upper Columbia River white sturgeon recovery and management plan. Plan de rétablissement préparé par la Upper Columbia Recovery Team, janvier 2002. 88 p.

USFWS 2001. Oregon and Washington Departments of Fish and Wildlife. Joint Staff Report Concerning Commercial Seasons for Sturgeon and Smelt in 2002, 34 pages, 27 novembre 2001.

Vienott, G., T. Northcote, M. Rosenau et R.D. Evans. 1999. Concentrations of strontium in the pectoral fin ray of the white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) by laser ablation – inductively coupled plasma – mass spectrometry as an indicator of marine migrations. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 56: 1981-1990.

Waldman, J.R. 1995. Sturgeons and paddlefishes: a convergence of biology, politics and greed. *Fisheries* 20(9): 20, 21, 49.

Walker, M.K., J.M. Spitsbergen, J.R. Olson et R.E. Peterson. 1991. 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) toxicity during the early development of lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 48:875-883.

Walker, M.K., L.C. Hufnagle, Jr., M.K. Clayton et R.E. Peterson. 1992 (cité dans MacDonald et al., 1997). An egg injection method for assessing early life stage mortality of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzo-furans, and biphenyls in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology* 22:15-38.

Wang, Y.L., F.P. Binkowski et S.I. Doroshov. 1985. Effect of temperature on early development of white and lake sturgeon, *Acipenser transmontanus* and *A. fulvescens*, p. 43-50. In F.P. Binkowski et S.I. Doroshov (éd.). North American Sturgeons: Biology and Aquaculture Potential, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Pays-Bas.

Waples, R.S. 1991. Definition of "species" under the Endangered Species Act: Application to pacific salmon. US Department of Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS F/NWC-194. 29 p.

Relevés hydrologiques du Canada. 2000. CD-Rom HYDAT. Version 2.00 (publiée le 30 mai), Copyright 1997. Environnement Canada.

Yarmish, J.A., et B.M. Toth. 2002. 2001/20002 Assessment of upper Fraser River white sturgeon. Rapport rédigé par la Lheidli T'enneh First Nation pour le Upper Fraser River Nechako Fisheries Council et Fisheries Renewal BC. 37 p.

SITES WEB

Columbia River Investigations – White sturgeon mitigation and restoration in the Columbia and Snake rivers upstream from Bonneville Dam.
<http://www.dfw.state.or.us/ODFWhtml/InfoCntrFish/InterFish/criwebpage/Sturgeon.htm>

Pollon, C. 2002. Black market sturgeon. BC Outdoors Sport Fishing and OutdoorAdventure magazine. 58 (6)
<http://www.bcosportfishing.com/common/news.php?volume=58&issue=06>

Saxvik, P. 2001. Fish passage structures on the Fraser River, British Columbia, Canada, Engineering Acknowledgement.
<http://www.saxvik.ca/pages/frameset.html?=page5.html>

US Geological Survey. National Streamflow Information Program, Historical Streamflow Data:
http://waterdata.usgs.gov/or/nwis/annual/?site_no=14105700&agency_cd=USGS

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT

Juanita Ptolemy, R.P. Bio., est spécialiste des espèces de poissons d'eau douce en péril auprès du ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique depuis 1992. Avant de travailler sur les espèces en péril et les espèces non gibier, elle s'est intéressée aux populations de salmonidés et aux travaux d'évaluation et de restauration de leur habitat après l'obtention de son diplôme de l'Université de Colombie-Britannique. Elle a obtenu son B.Sc. en zoologie en 1977, après s'être spécialisée dans les domaines du comportement et de l'écologie. Son mémoire de baccalauréat portait sur le comportement d'investissement parental chez le Goéland à ailes grises, *Larus glaucescens*.

Ross Vennesland, M.Sc., R.P.Bio., travaille comme biologiste des espèces en péril auprès du ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique depuis l'obtention de son diplôme de l'Université Simon-Fraser. Il a travaillé notamment sur les poissons et les oiseaux en péril. Il a complété en 2000 ses travaux de troisième cycle à l'Université Simon-Fraser, qui portaient sur l'incidence des perturbations anthropiques et des aigles sur le comportement et la productivité générés du Grand Héron sur la côte de la Colombie-Britannique. Avant ses recherches sur les hérons, il a étudié en profondeur le Guillemot marbré, des canards de mer comme les macreuses et l'Arlequin plongeur, et diverses espèces d'oiseaux de rivage.

EXPERTS CONSULTÉS
(Communications personnelles)

Cadden, Don. 2003. Chef de section (et président de l'équipe de rétablissement de l'esturgeon blanc de la rivière Nechako), ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, Fish and Wildlife Science and Allocation Section, 4051 18th Avenue, Prince George, BC V2N 1B3.

Ennevor, Bridget. Avril 2003. Biogiste de la gestion des ressources indigènes, Pêches et Océans Canada, Gestion des ressources, région de la vallée du bas Fraser. 610 Derwent Way, Annacis Island, New Westminster, BC V3M 5P8.

Feist, Grant. Mars 2002. Department of Fisheries and Wildlife, Oregon State University, 104 Nash Hall, Corvallis, Oregon 97331-3803. Lane, Dave. 1997. Fisheries and Aquaculture, Malaspina College, 900 5th Street, Nanaimo BC V9R 5S5.

Matthews, Steve. Avril 2002. Ichtyobiogiste, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, Fish and Wildlife Science and Allocation Section, 201 – 3547 Skaha Lake Road, Penticton BC V2A 7K2.

McAdam, Steve. Avril 2002. Spécialiste des normes et des directives (et membre des équipes de rétablissement de l'esturgeon blanc de la rivière Nechako et du cours supérieur du Columbia), Direction de la biodiversité, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, PO BOX 9338 STN PROV GOVT, Victoria BC V8W 9M1.

Nelson, John. Décembre 2002. Département de biologie, PO Box 3020, University of Victoria BC V8W 3N5.

Nelson, Troy. Mai 2002. Responsable de programme/biogiste, Fraser River Sturgeon Conservation Society, Resource Management Biologist , LGL Ltd. environmental research associates 3299 137-A Street, Crescent Beach BC V4P 2B5.

Porto, Louise. 2002. Golder Associates Ltd. 201 Columbia Avenue Castlegar BC Canada V1N 1A2.

Rosenau, Marvin. Février 2003. Ichtyobiogiste, Intendance de l'environnement, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, 10740 152nd Street, Surrey BC V3R 0Y3.

Smith, Christian. Décembre 2002. Généticien piscicole, Alaska Department of Fish and Game, 333 Raspberry Road, Anchorage, Alaska 99518-1599.

Spence, Colin. Avril 2002. Ichtyobiogiste (et membre de l'équipe de rétablissement de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia), Intendance de l'environnement, ministère de la Protection de l'eau, de l'air et des terres de la Colombie-Britannique, 401-333 Victoria Street, Nelson BC V1L 4K3.

Yarmish, J. Avril 2002. Biogiste, Lheidli T'enneh First Nation, 105-2288 Old Cariboo Highway, Prince George BC V2N 6G3.